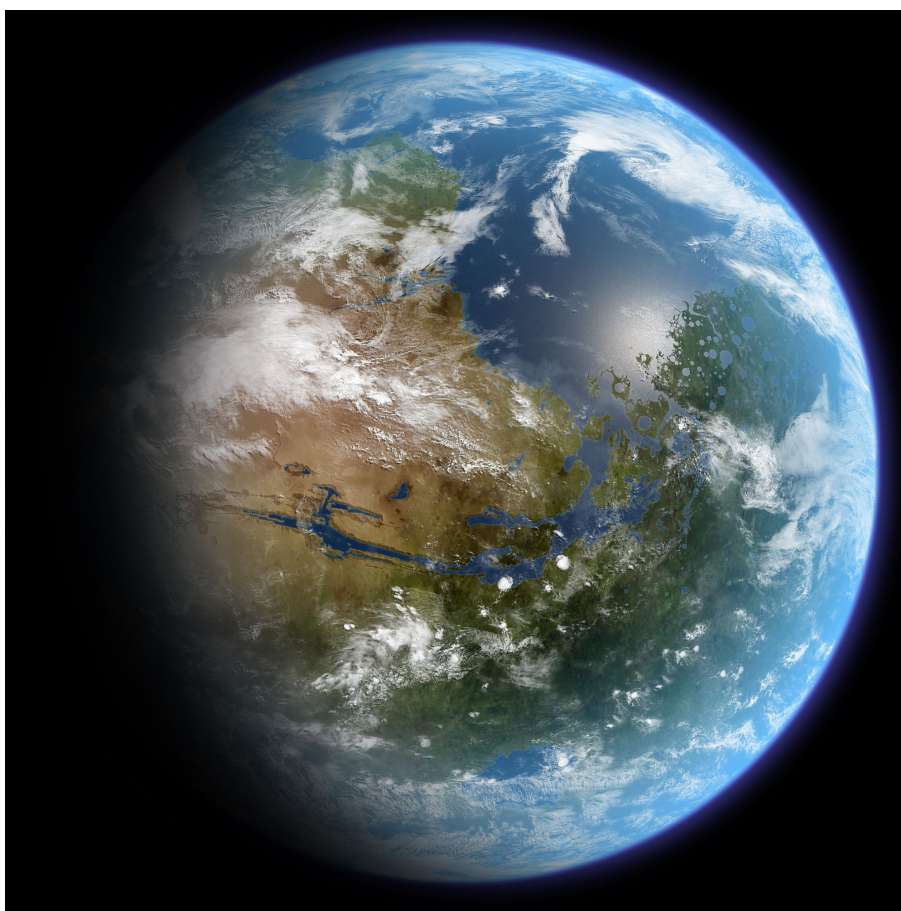


Facultad de Ciencias Humanas y Sociales

La colonización de Marte: un proyecto cooperativo para la enseñanza y el aprendizaje de Biología y Geología en la Enseñanza Secundaria



**Trabajo Fin de Máster
Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria
Especialidad de Biología y Geología
Curso 2015-2016**

José Ignacio Quetglas Mas

Trabajo Fin de Máster realizado bajo la dirección de:

Íñigo Abdón Virto Quecedo

Imagen de cubierta:

Concepción artística de Marte tras sufrir un proceso de terraformación. La imagen está centrada aproximadamente en el meridiano principal y a 30° de latitud norte. El hipotético océano representado presenta un nivel de agua dos kilómetros por debajo de la elevación media de la superficie. Este océano inundaría lo que actualmente corresponde a las regiones de Vastitas Borealis, Acidalia Planitia, Chryse Planitia y Xanthe Terra. La superficie emergida visible corresponde a Tempe Terra (izquierda), Aonia Terra (abajo), Terra Meridiani (abajo a la derecha), y Arabia Terra (arriba a la derecha). Los ríos que desembocan en este océano abajo a la derecha ocupan las regiones actualmente denominadas Valles Marineris y Ares Vallis. El enorme lago que se encuentra abajo a la derecha ocupa la región conocida hoy día como Aram Chaos.

Autor: Daein Ballard.

“Ni el más sabio conoce el fin de todos los caminos.”
Gandalf

El Señor de los Anillos
JRR Tolkien

“Yo no enseño a mis alumnos,
solo les proporciono las condiciones en las que puedan aprender.”

Albert Einstein

a Nuria

a Aidan

a todos los que aman el Universo

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer de manera especial la dirección que ha realizado Íñigo Virto de este Trabajo Fin de Máster. El resultado no habría sido el mismo sin su mirada crítica. También quiero reconocer aquí su esfuerzo y dedicación, siempre atento a mis demandas y rápido en las correcciones.

De igual modo, querría agradecer aquí las ideas aportadas por el profesor José María Pérez-Agote en cuanto al concepto de “terraformación” y los aspectos éticos, socio-políticos y biológicos vinculados a la colonización de otros mundos. Lamento sinceramente que no hayan podido desarrollarse más estos apartados.

Quería agradecer también la generosidad de Andrés Echeverría y Sara Gallués, que me han permitido incluir en este trabajo sus guiones de prácticas. Por último, me gustaría también expresar mi gratitud hacia Adrián Castillo, cuya pasión por el Universo me inspiró para realizar este trabajo.

RESUMEN	1
PALABRAS CLAVE	1
1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	3
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. La enseñanza de las Ciencias Naturales en Secundaria	5
2.1.1. Currículo de Biología y Geología en la ESO. La situación marginal de la Geología	5
2.1.2. Metodología de enseñanza: Aprendizaje basado en proyectos	6
2.1.2.1. El constructivismo	6
2.1.2.2. Aprendizaje basado en proyectos (ABP)	7
2.1.2.3. Retos actuales en la enseñanza de las Ciencias	13
2.2. La colonización de otros mundos. Marte	14
2.2.1. La exploración espacial	14
2.2.2. El reto de colonizar otros planetas	15
2.2.3. Aspectos éticos, socio-políticos y biológicos de la colonización de otros mundos	15
2.2.4. El concepto de “terraformación”	17
2.2.5. Colonización de Marte	18
2.2.5.1. Características de Marte	18
2.2.5.2. Planes y propuestas	19
2.2.5.3. “Terraformación” de Marte	20
2.3. La Tierra en el Universo: Características que hacen de la Tierra un planeta habitable	22
2.4. La Biodiversidad en el planeta Tierra	24
3. PROPUESTA DIDÁCTICA	27
3.1. Ubicación curricular y contexto de la propuesta	27
3.2. Objetivos de la propuesta didáctica	29
3.3. Contenidos curriculares	31
3.4. Metodología	33
3.5. Secuencia de actividades	34
3.5.1. Cronograma anual	34
3.5.2. Actividades	35

3.5.2.1. Actividades de presentación de los alumnos y el docente	35
3.5.2.2. Actividades de evaluación de contenidos previos y detección de ideas alternativas	36
3.5.2.3. Actividades del bloque 2	37
3.5.2.4. Actividades del bloque 3	45
3.5.2.5. Actividades del bloque 7	49
3.5.2.5.1. Actividades complementarias del bloque 7	52
3.5.2.5.2. Actividades de colaboración con otras asignaturas	54
3.6. Evaluación	55
4.CONCLUSIÓN	60
5. BIBLIOGRAFÍA	62
6. ANEXOS	66
6.1. Anexo 1	66
6.2. Anexo 2	67
6.3. Anexo 3	68
6.4. Anexo 4	69
6.5. Anexo 5	70
6.6. Anexo 6	71
6.7. Anexo 7	72
6.8. Anexo 8	72
6.9. Anexo 9	75
6.10. Anexo 10	77
6.11. Anexo 11	77

RESUMEN

El Trabajo Fin de Máster aquí presentado desarrolla una propuesta didáctica para la asignatura de Biología y Geología de 1º de la ESO. Esta propuesta se fundamenta en una metodología de enseñanza basada en proyectos cooperativos que propone, a partir de la reflexión y el aprendizaje de las condiciones que hacen de la Tierra un planeta habitable, desarrollar un proyecto de colonización de Marte. Para ello, se proponen una serie de actividades que abarcan todo el curso encaminadas a profundizar en las condiciones físicas y geológicas de nuestro planeta, en las relaciones del ser humano con otras especies, en el uso de los recursos, la gestión del medio natural y la importancia de la biodiversidad. Todos estos conceptos, que se encuentran presentes en el currículo de secundaria, no siempre se encuentran relacionados y conectados entre sí.

A modo de epílogo, la propuesta incluye una sugerencia de ampliación consistente en una reflexión ética y socio-política por parte de los alumnos sobre varias cuestiones derivadas de la colonización de nuevos mundos, como pueden ser el bien común, el valor intrínseco del individuo y de la vida, el sistema político y la estratificación social de un asentamiento humano extraterrestre o el desarrollo de las relaciones metrópolis-colonia.

Así, esta propuesta aspira a ofrecer una enseñanza holística, en la que confluyen la formación científica y humanística.

Palabras clave: Aprendizaje basado en proyectos (ABP), Trabajo cooperativo, Enseñanza holística, Marte, Colonización espacial

ABSTRACT

The Master degree Thesis Work presented here develops a methodological approach to the subject of the secondary first course Biology and Geology. This proposal is based on a teaching methodology based on cooperative projects that proposes to develop a project of Mars colonization, beginning from conditions that make Earth a habitable planet. To this end, a series of activities covering the entire course are proposed to go in depth into the physical and geological conditions of our planet, the relationship of humans with other species, the use of resources, management of the natural environment and the importance of biodiversity. All these concepts, which are present in the secondary curriculum, are not always related and connected to each other.

As an epilogue, the proposal includes a suggestion of expansion focused on an ethical and socio-political reflection by students on various issues arising from the colonization of new worlds, such as the common good, the intrinsic value of the individual and of life, the political system and social stratification of an extraterrestrial human settlement or development of relations metropolis-colony. In conclusion, this proposal aims to provide a holistic education that blends the scientific and humanistic education.

Key words: Project-based learning (PBL), Cooperative work, Holistic education, Mars, Space colonization.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El interés por el Universo ha estado presente en la humanidad desde tiempos inmemoriales. Las construcciones megalíticas de la prehistoria europea insinúan ya una temprana inclinación de nuestros antepasados por la observación, e incluso adoración, de los astros. Sin embargo, la evidencia más clara que tenemos de este interés genuino se remonta a la cultura sumeria¹, en torno al año 4000 a.C. Los sumerios fueron grandes matemáticos que estudiaron los cielos nocturnos, siendo los primeros en descubrir los cinco planetas que pueden observarse a simple vista y en desarrollar el calendario lunar. Además, registraron en tablillas de barro las posiciones de los astros que destacaban en la bóveda celeste, creando así el primer registro conocido de las constelaciones, las cuales han sobrevivido hasta nuestros días por medio del zodiaco. Esta primitiva afición estaría vinculada al conocimiento de los ciclos y las estaciones del año, fundamental para la agricultura.

Desde la invención del telescopio, y más aún con la revolución tecnológica que vivimos hoy día, la fascinación y la curiosidad por el cosmos no ha hecho más que aumentar. Hasta el punto de interesar no solamente a los científicos, sino también a la sociedad en general, haciendo las delicias incluso de los más pequeños². Desde los comienzos de la Carrera Espacial, durante la Guerra Fría, la cobertura de los medios a los avances conseguidos ha sido una constante, incrementándose a medida que los descubrimientos se han ido tornando más espectaculares. Basta con echar una ojeada al seguimiento que han tenido los últimos descubrimientos en astrofísica (en especial, el de las Ondas Gravitacionales) y las misiones de exploración espacial. Entre estas últimas, destacan sobremanera las misiones de exploración llevadas a cabo por robots de exploración en Marte³, preludio de las misiones tripuladas que se están ya proyectando para los próximos años, y el aterrizaje del módulo Philae⁴ en el cometa 67P/Churiumov-Gerasimenko.

En contraste, en el marco educativo español se dedican pocos recursos al conocimiento del espacio, posiblemente por la escasa tradición espacial de nuestro país, entre otros motivos. Así, durante la etapa de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), sólo se imparte esta materia como tal en dos bloques del currículo y en dos asignaturas⁵: el bloque 2, La Tierra en el Universo, impartido en la asignatura obligatoria de Biología y Geología, del primer curso; y el bloque 2, El Universo, en la asignatura optativa de Cultura Científica, del cuarto curso. En Bachillerato la situación no es diferente, viéndose sólo algunos aspectos de Geoplanetología en la asignatura optativa de Geología, impartida en el segundo curso.

Debido a esta carencia, a mi juicio, detectada en el currículo, y también a la curiosidad notoria que manifiestan la mayoría de los estudiantes jóvenes por el espacio, es por lo que se plantea en este Trabajo Fin de Máster (TFM) una propuesta didáctica que sirva para alimentar esta curiosidad de los alumnos y aprovecharla como fuerza conductora que mantenga y guíe su motivación durante el aprendizaje de la asignatura de Biología y Geología de 1º de la ESO (ver apartado 3.1).

Según lo expuesto, el **objetivo principal** de este TFM consiste en desarrollar una propuesta didáctica que, explotando la curiosidad natural de los estudiantes, permita a los alumnos aprender y reflexionar sobre algunos contenidos básicos de la asignatura de Biología y Geología (1º ESO), a partir del trabajo sobre las condiciones de habitabilidad del planeta Tierra, especialmente las que el ser humano necesita, a través del planteamiento de una hipotética colonización de Marte. Para ello, se hará especial hincapié en las condiciones físicas y geológicas de nuestro planeta, en las

relaciones del ser humano con otras especies, en el uso de los recursos, la gestión del medio natural y la importancia de la biodiversidad. Todos estos conceptos se encuentran presentes en el currículo de secundaria, pero no siempre claramente relacionados y conectados entre sí.

Mediante el desarrollo del objetivo principal se intenta entonces que los estudiantes no aprendan solamente unos determinados contenidos, sino que además pretende ofrecer a los estudiantes una visión integral y de conjunto de este tema, que les permita darse cuenta de la interdisciplinariedad de las Ciencias y de la importancia de considerar el conjunto al aprenderlas. Para llevar a buen término esta propuesta, y alcanzar así el objetivo principal, se ha preferido desarrollar esta propuesta didáctica siguiendo una metodología propia de los aprendizajes cooperativos, en este caso, el aprendizaje basado en proyectos (ABP). De esta manera, esta propuesta deberá abarcar todo el curso para permitir a los estudiantes adquirir un conocimiento más pleno e integrado, por medio del descubrimiento, la exploración y la reflexión.

Finalmente, a modo de ampliación, y en la línea de transmitir la transversalidad de las Ciencias, y de nuestra relación con el Medio, se sugiere la inclusión en la propuesta de una reflexión ética y socio-política por parte de los alumnos sobre varias cuestiones derivadas de la colonización de nuevos mundos. Esta parte se considera de aplicación opcional, ya que queda fuera de lo que establece el currículo para Biología y Geología en 1º de la ESO. De esta manera, esta posible ampliación quedaría condicionada a que quedase tiempo durante el curso para plantearla, y también al grado de madurez de los estudiantes. De manera ideal, sería preferible abordarla en cursos superiores, aprovechando el mayor grado de madurez y conocimientos del alumnado, que podría haber cursado las asignaturas de Valores Éticos y de Geografía e Historia de varios cursos. Esto tendría como principal ventaja la integración de varias asignaturas a partir de un mismo proceso de aprendizaje, contribuyendo a afianzar en los estudiantes una visión holística de la relación del ser humano como especie con su entorno. Por ejemplo, serviría para acercarse al estudio de la Historia de la Humanidad: la conformación de los distintos sistemas políticos, con sus ventajas y sus inconvenientes el desarrollo de las relaciones metrópolis-colonia, o la estratificación social en los diferentes momentos históricos. En cuanto a la Ética, la propuesta pone el foco en cuestiones como el bien común, el valor intrínseco del individuo y de la vida, o la importancia de los derechos humanos y su aplicación.

Aprovechar la propuesta desarrollada en este TFM para incluir esta aproximación a la ética con problemas “reales” que pueden darse en algún momento de nuestro futuro me parece algo con mucho potencial, y que podría tener un peso más importante dentro de planteamientos educativos holísticos, que permitirían el trabajo colaborativo entre varias asignaturas, contando con la ayuda y el apoyo de profesores mejor formados en estos aspectos. Esto es algo que no se consigue tan fácilmente con el marco educativo actual, que establece una educación y transmisión del conocimiento mediante asignaturas independientes y poco conectadas entre sí. De este modo, el conocimiento se incorpora de manera estabulada, y a cada apartado del saber le corresponde un lugar diferenciado de los demás. Con una propuesta como la aquí sugerida, eso no debería suceder, ya que a la vez que se planteara si un planeta es colonizable o no y en qué condiciones, habría que plantearse de qué manera podría colonizarse, con lo que se abordarían todas las cuestiones posibles, como sucede luego en la vida diaria. Y esta, creo que es la mejor enseñanza que se puede dar y el mejor aprendizaje que se puede tener.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. La enseñanza de las Ciencias Naturales en Secundaria

La Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), aprobada mediante el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre establece el currículo básico de la ESO, configurado finalmente para la Comunidad Foral de Navarra mediante el Decreto Foral 24/2015, de 22 de abril⁵. En el marco que queda así establecido, las Ciencias Naturales se imparten por medio de dos asignaturas separadas: Física y Química y Biología y Geología. Ambas asignaturas forman parte de las materias troncales generales que el alumnado debe cursar de manera obligatoria durante el primer ciclo de la ESO, lo que comprende sus tres primeros cursos. Sin embargo, estas asignaturas sólo se imparten de manera simultánea en el tercer curso, impartándose Biología y Geología de manera exclusiva en el primer curso y Física y Química en el segundo.

2.1.1. Currículo de Biología y Geología en la ESO. La situación marginal de la Geología

La propuesta de este TFM se centra en la asignatura de Biología y Geología, por lo que se van a desglosar de manera más particular los contenidos curriculares de esta materia. El temario configurado para esta asignatura en el primer ciclo de la ESO comprende varios aspectos: la biodiversidad existente en el planeta Tierra y la interacción de los seres vivos entre sí y con la Tierra; la importancia de la conservación del medio ambiente para preservar la integridad de los seres vivos de la Tierra; la ubicación de la Tierra en el Universo, con las características que reúne que hacen de ella un planeta habitable; los procesos geológicos que modelan la superficie terrestre; la promoción de la salud humana, estudiando además los distintos aparatos y sistemas. El segundo ciclo, que corresponde al cuarto curso exclusivamente, se dedica de manera preferente al estudio de las teorías más notorias de estas disciplinas: la tectónica de placas, la teoría celular y la teoría de la evolución. Además, se profundiza en la organización de los ecosistemas y las relaciones tróficas entre sus distintos niveles, la interacción entre los distintos organismos y entre ellos y el medio en el que viven, y finalmente, la influencia que ejerce esto, a su vez, en la dinámica y evolución de dichos ecosistemas.

El currículo de Biología y Geología está diseñado de tal manera que contribuya a la adquisición por parte de los alumnos de unos conocimientos y destrezas básicas que les permitan obtener una cultura científica, suficiente y necesaria, para su desempeño como ciudadanos en un mundo cada vez más configurado, y regido, por la ciencia y la tecnología. Se pretende, por tanto, asentar los conocimientos adquiridos durante la etapa de Educación Primaria, y alcanzar un mayor nivel de profundidad en los mismos. Así, el objetivo último es que los alumnos se conviertan en ciudadanos responsables y respetuosos, tanto consigo mismos como con los demás y con el medio. Asimismo, se pretende igualmente que los alumnos desarrollen un espíritu crítico y un criterio propio, amén de no perder la curiosidad natural con la que nacemos.

En cuanto a las destrezas y aptitudes puramente referidas a las ciencias, se persigue que los alumnos adquieran las estrategias propias del método científico y las normas básicas de seguridad y uso del material de laboratorio, junto con una adecuada comprensión lectora, expresión oral y escrita, capacidad de argumentar en público y comunicación audiovisual. Por último, se pretende que el alumnado desarrolle actitudes conducentes a la reflexión y el análisis sobre los grandes avances científicos que se producen hoy día, sus ventajas y las implicaciones éticas que en ocasiones acarrearán⁵.

La Geología ha sido siempre una disciplina a la que se ha prestado poca atención en el marco educativo español y europeo, hasta el punto de que se ha impartido como parte del temario de otras asignaturas y por profesores poco especializados^{6,7}. Así, en el caso de España, se ha impartido en la ESO mientras ha estado vigente la Ley Orgánica para la Educación⁸ (LOE), por ejemplo, como parte de la asignatura Ciencias de la Naturaleza junto con el temario de Biología. El escaso espacio^{6,7} que se le ha concedido a la Geología en la enseñanza secundaria contrasta con la importancia que tiene su estudio y la aplicación de esta ciencia en el manejo y explotación de los riesgos naturales, el desarrollo de las infraestructuras(embalses, carreteras y edificios), la gestión de problemas medioambientales como la desertización, el efecto invernadero o el cambio climático. En los últimos años han aparecido una serie de iniciativas que han tratado de dar un impulso a la enseñanza de la geología, como el proyecto GeoSchools⁷ (Teaching Geology in Secondary Schools) subvencionado por la Unión Europea. Este interés responde a la necesidad de equiparar esta materia al resto de disciplinas científicas, con un fuerte peso en los currículos. Estos esfuerzos se han visto recompensados con una mayor presencia de contenidos de geología en el currículo español con las disposiciones aprobadas en la LOMCE⁵, ganando incluso en visibilidad puesto que la anterior asignatura Ciencias de la Naturaleza ha pasado a denominarse Biología y Geología.

2.1.2. Metodología de enseñanza: Aprendizaje basado en proyectos

2.1.2.1. El constructivismo

A partir de los trabajos de Piaget⁹, Vygotsky¹⁰, Ausubel¹¹, Bruner¹² y Novak¹³, entre otros, el enfoque cognitivista alcanza una nueva dimensión donde se entiende ya el aprendizaje como un proceso de construcción de significado (constructivismo). Para Piaget, este tipo de aprendizaje se produce mediante los procesos de asimilación y acomodación que realiza el individuo para relacionar y encajar los nuevos contenidos en sus estructuras de conocimiento, por lo que la capacidad de aprender del sujeto estará determinada por el grado de desarrollo cognitivo que presente. Para Vygotsky, en cambio, el aprendizaje debe preceder al desarrollo, ya que las funciones mentales aparecen primero en el plano social y se interiorizan después, durante el desarrollo (ley de la doble formación). Según Ausubel, la clave está en que el aprendizaje sea significativo por recepción, lo que consiste en que el alumno debe relacionar e integrar sustancialmente la nueva información que le llega con los conocimientos previos que tiene almacenados en su estructura cognitiva. Para que esto suceda resulta imprescindible que el alumno adopte una actitud favorable para con el aprendizaje, y que los contenidos de este aprendizaje sean potencialmente significativos (que puedan relacionarse con lo que ya se sabe). Para que el estudiante pueda conectar lo ya sabido con lo nuevo a aprender es imprescindible que el profesor le suministre unos conceptos inclusores, denominados organizadores previos. Para un aprendizaje constructivo, en cambio, lo que propone Bruner es el aprendizaje por descubrimiento, que se basa en adquirir los nuevos conocimientos mediante la exploración y la experimentación. Este proceso puede ser dirigido por el profesor, y se conoce entonces como aprendizaje por descubrimiento guiado. Lo fundamental aquí es descubrir (de manera inductiva) y comprender la estructura de la materia de estudio. Mediante este abordaje los estudiantes pasan de estudiar ejemplos a formular reglas, conceptos y principios generales. Esta situación de aprendizaje se debe plantear de tal manera que el alumno se enfrente a una serie de preguntas que despierten su curiosidad o, en su lugar, que se enfrente a un problema que debe resolver. El papel del profesor aquí consiste en dirigir el proceso de descubrimiento, suministrando pistas e información y estimulando a los alumnos a observar, formular hipótesis y ponerlas a prueba. Igualmente, el profesor debe ofrecer retroalimentación durante el aprendizaje y debe ayudar también a aplicar los conocimientos adquiridos a otras situaciones similares. El aprendizaje por

descubrimiento posee una serie de ventajas como son: enseñar a los alumnos a aprender a aprender; motiva, fortalece el autoconcepto y da responsabilidad al alumno ante las tareas; organiza de manera eficaz lo aprendido para emplearlo posteriormente; y resulta adecuado para la enseñanza de técnicas para resolver problemas. Por contra, presenta las siguientes desventajas: es incierto y poco eficaz comparado con la enseñanza expositiva; al ocultar información, el profesor asume un papel antinatural ya que permite que los estudiantes lleguen a conclusiones erróneas que luego tendrán que desaprender; resulta difícil de aplicar cuando el grupo de alumnos es numeroso; y es poco eficaz con los alumnos lentos y precisa de muchos materiales.

Con todo lo expuesto, se puede concluir que en el constructivismo el alumno se convierte en el protagonista de su propio proceso de aprendizaje, pasando a ser autónomo y autorregulado, conociendo sus propios procesos cognitivos y controlando su aprendizaje. En esta situación, el profesor ya no es esa figura decimonónica poseedora del saber y muy por encima de su alumnado, sino que se convierte en un acompañante de sus alumnos, que participa de su proceso de construir el conocimiento en lugar de transmitírselo. Lo que valora el profesor con este método de enseñanza es la calidad del conocimiento y los procesos que el alumno utiliza para aprender, y no la cantidad de respuestas.

2.1.2.2. Aprendizaje basado en proyectos (ABP)

El ABP es una de las metodologías de enseñanza más extendidas hoy en día basadas en el constructivismo. Esto es debido a que permite que el alumno sea el protagonista de su propio proceso de aprendizaje y desarrolle capacidades tan importantes como la de aprender a aprender, junto con las demás explicadas en el apartado anterior. Este método se inspira en la tesis de Bruner de descubrir para aprender, pero también en las teorías del resto de autores constructivistas vistos anteriormente. Como ventaja adicional, aprender por proyectos permite el desarrollo de habilidades colaborativas y cooperativas por parte de los alumnos, cada vez más demandadas por las empresas hoy en día. Existe un grupo de escuelas¹⁴ repartidas en distintos países del mundo que han hecho del ABP un modo de entender la educación que las ha transformado por completo, rediseñándolas por entero, incluso a nivel de espacios e infraestructuras. En España, destacan el Colegio Montserrat en Barcelona¹⁵, y los colegios jesuitas de Cataluña con su proyecto Horizonte 2020¹⁶.

El ABP¹⁷ consiste básicamente en organizar el aula en grupos de trabajo para que los alumnos vivan un aprendizaje en primera persona buscando, investigando y descubriendo los contenidos que necesitan aprender para cumplir los objetivos planteados en un proyecto. Los grupos de trabajo deberían constituirse de manera heterogénea, intentando crear un equilibrio entre todos los grupos. Así, los grupos deberían contar con alumnos que tuvieran distintas capacidades, motivaciones, origen, cultura, estrato social, etc. Lo ideal sería que cada grupo supusiera una reproducción a pequeña escala de las características de toda la clase en su conjunto. La finalidad de distribuir así a los estudiantes es evitar la formación de guetos, grupos de “tontos o listos”, etc., para trabajar de la manera más inclusiva y eficaz posible. Esta manera de hacer trabajar a los estudiantes en el aula favorece que aprendan a cooperar desde el respeto y con compañeros que pueden ser muy distintos a ellos. El beneficio que se obtiene así a nivel del conjunto de la clase es indudablemente mayor. No obstante, puede darse el caso de que el profesor de la asignatura no conozca a los educandos de antemano, lo que supondría una dificultad para formar los grupos como se acaba de explicar.

Otro factor muy importante para que los grupos de trabajo funcionen adecuadamente es que sus miembros se lleven bien entre sí, por lo que el docente debe tener en cuenta las relaciones que

existen entre ellos a la hora de confeccionar los grupos. Pero, igual que puede ocurrir que el profesor no conozca a sus alumnos, lo mismo puede suceder entre los alumnos, al menos con unos cuantos de ellos. A parte de que puedan haber llegado alumnos nuevos al aula, en el cambio de la etapa primaria a la de secundaria, podría ser también que muchos de los alumnos no se conocieran entre sí, ya que hay institutos que en 1º de la ESO reciben alumnos de distintas escuelas. Para resolver ambas situaciones, se podría dedicar la primera semana de clase a conocerse todos entre sí, incluyendo al profesor. Los alumnos podrían escribir unas breves redacciones sobre sí mismos, en las que explicaran sus intereses y motivaciones, que entregarían al profesor. A la vez, podrían presentarse a sus compañeros, revelando sus aficiones y destacando sus puntos fuertes junto con algún defecto. Conocer las pasiones y motivaciones del alumnado puede ser de gran ayuda para enfocar los temas de modo que los estudiantes se “enganchen” mejor al curso y den lo mejor de sí mismos y, de paso, aprendan más. Esto puede resultar vital para el buen funcionamiento de los grupos. Según Sir Ken Robinson¹⁸, el potencial pleno de una persona emerge cuando encuentra algo que la apasiona, lo que él denomina el “Elemento”. La misión del profesor debería ser ayudar a cada estudiante a hallar su “Elemento” y animarle a explorarlo.

Al organizarse los equipos, sus integrantes pueden, opcionalmente: elegir un nombre de equipo y una enseña, que ayudan a identificarse más con el equipo; definir objetivos secundarios (aprender a respetarse, etc.); determinar unas normas de funcionamiento y convivencia, lo que ayuda a la autorregulación; repartirse cargos con funciones específicas (ver tabla 1), para favorecer la autorregulación; mejorar el funcionamiento del equipo estableciendo sucesivos planes de equipo, con sus correspondientes revisiones (consultar el anexo 1 para ver una ficha de ejemplo, adaptada de Pujolàs y Lago¹⁷); y elaborar un cuaderno de equipo. Estos elementos pueden desarrollarse durante las clases o incluso en las sesiones de tutoría.

Tabla 1. Cargos que pueden ostentar los cuatro integrantes de un grupo cooperativo de trabajo, con sus respectivas funciones asociadas¹⁷.

CARGO	TAREAS Y RESPONSABILIDADES	
	PRINCIPAL	SECUNDARIA
Coordinador	Controla que se trabaje adecuadamente la estructura o técnica cooperativa utilizada	Portavoz del equipo
Secretario	Controla el tono de voz	Toma notas y rellena las hojas del equipo
Ayudante	Ayuda al que lo necesite	Ejerce el cargo del compañero ausente
Responsable del material	Cuida el material del equipo	Controla que no se pierda el tiempo

Una manera muy positiva y eficaz de ir introduciendo ajustes en los grupos y en la rutina diaria de la clase consiste en realizar encuestas para que los estudiantes puedan sugerir mejoras. En un ABP no solamente aprenden los alumnos, también el profesor, y qué mejor manera que aprender de los que están realizando los proyectos.

En un ABP, el proyecto nace a partir de un problema o pregunta motriz, cuya resolución o respuesta requiere que el estudiante comprenda y aprenda los contenidos establecidos por el currículo, que en vez de llegarle de manera vertical a través del profesor, le llegarán de manera más horizontal, a través de su desempeño individual y de la interacción con sus compañeros.

A la hora de diseñar la pregunta motriz, deben tenerse en cuenta las competencias que se van a trabajar para resolverla. Para Prensky¹⁹, las buenas preguntas motrices empiezan con un por qué y van seguidas luego de un cómo. Además, deben cumplir una serie de requisitos como: admitir más

de una respuesta o solución posible; tener implicaciones locales y globales; y conseguir resultados prácticos. Idealmente, las preguntas motrices deben diseñarse de tal manera que puedan conectar con las motivaciones individuales de cada estudiante, y que empujen a los alumnos a realizar acciones que ayuden a cambiar el mundo. En definitiva, las preguntas motrices deben ser de tipo socrático²⁰, con múltiples respuestas posibles, que obliguen a reconsiderar el punto de vista de la persona que responde y a examinar sus ideas de manera lógica y a determinar su validez.

En el caso de que el docente se encuentre con una clase que no ha trabajado antes por proyectos, debe enfrentarse al reto de introducirles en esta metodología, y puede que, además, con alumnos que se conozcan poco entre sí. En ese caso, lo más recomendable es iniciarles de manera paulatina, planteando las actividades cooperativas de manera gradual¹⁷. Desde el principio se les debe acostumbrar a trabajar en grupos con actividades sencillas, y a medida que los educandos van sintiéndose más cómodos, ir aumentando la complejidad. Por esta misma razón, los grupos deberían ser los mismos durante todo el curso, a no ser que circunstancias especiales obliguen a introducir cambios, como que existan incompatibilidades irresolubles entre algunos. Así, los alumnos al irse conociendo cada vez mejor, se compenetrarán cada vez más, volviéndose los grupos más eficientes y rápidos a la hora de trabajar, repartirse las tareas y tomar decisiones. Este argumento no excluye que de manera puntual pueda reorganizarse la clase en grupos nuevos para que los alumnos se acostumbren también a trabajar con gente nueva, como puede sucederles durante su vida laboral.

El ABP¹⁷ permite trabajar en el aula de tal modo que se consiga un aprendizaje significativo, e incluso, lo que ha definido la Fundación Hewlett²¹ como “aprendizaje profundo”. En este término se engloban las competencias, conocimientos y habilidades que esta fundación considera que deben desarrollar los estudiantes para desenvolverse con garantías en el siglo XXI. Así, según el criterio de esta fundación y de autores como Prensky¹⁹, los estudiantes deberían: dominar las materias básicas del currículo; pensar de manera crítica y resolver problemas complejos; saber trabajar en grupo; saber comunicar de manera eficaz; aprender a aprender, y desarrollar una mentalidad académica incremental.

No obstante, como bien señala Javier Tourón²², trabajar mediante ABP y desarrollar esta serie de competencias requiere profesores alejados de la tarima y las metodologías expositivas. Según autores como Martínez y McGrath²³ o Prensky¹⁹, hacen falta profesores que: empoderen a los estudiantes como aprendices; contextualicen el conocimiento volviéndolo coherente; enseñen contenidos relevantes y además conectados con el mundo real; extiendan el aprendizaje más allá de la escuela; inspiren a los estudiantes personalizando sus experiencias de aprendizaje, concediendo atención individual a cada uno de ellos; e incorporen la tecnología para mejorar la pedagogía en el aula. Para que los profesores puedan cumplir con todos estos requisitos necesitan una formación especial y, sobre todo, valentía para romper con los métodos del pasado y atreverse con este enfoque novedoso de la educación.

Aprender por proyectos permite conjuntar cosas tan dispares¹⁷ como educar de manera inclusiva (ya que al trabajar en grupos pueden colaborar alumnos con distintas capacidades, motivaciones, origen y maneras de entender el mundo, etc.), trabajar de manera cooperativa (además de colaborativa), atender las inteligencias múltiples²⁴ y personalizar la enseñanza (ya que el profesor dispone de más tiempo para atender a cada alumno de manera individual). Adicionalmente, con esta metodología se pueden desarrollar todas las competencias contempladas por la LOMCE⁵

(ver tabla 3 del apartado 3.2), aunque facilita especialmente la adquisición de competencias comunicativas (expresar, argumentar, e interpretar pensamientos y sentimientos tanto propios como ajenos; aprender a escuchar, colocarse en el lugar de otro de forma empática, respetar las diferencias de opinión, realizar y hacer críticas constructivas...) y sociales (utilizar el diálogo y la negociación para resolver conflictos; aprender a trabajar en equipo, aportando lo que cada uno sabe junto a los demás para resolver juntos un problema común...). La interacción que se establece en el ABP entre los alumnos es de tipo simétrica (entre iguales), en contraposición a la clásica entre profesor y alumno, más asimétrica. Este tipo de interacción permite el verdadero intercambio de ideas y la discusión, lo que lleva al desarrollo de la objetividad, la mirada crítica y la capacidad de reflexión, tan importantes como la adquisición de conocimiento. Es más, hay alumnos que aprenden mucho más interactuando con sus iguales que recibiendo instrucción de su profesor, ya que el estímulo intelectual es mayor para ellos de esta forma. Esto es así también debido a que los alumnos ejercen de profesores para sus compañeros, enseñándoles lo que van aprendiendo para poder realizar el proyecto.

En esta propuesta didáctica, el ABP planteado va a ser más de tipo cooperativo y no colaborativo, siguiendo las directrices de Spencer Kagan²⁵, el cual define la estructura cooperativa de la actividad como una forma de organizar las sucesivas operaciones que se deben seguir de tal modo que se asegure al máximo la participación equitativa y la interacción simultánea. Esta manera de trabajar en equipo además se asienta en la interdependencia positiva y la responsabilidad individual.

A la hora de trabajar por proyectos de modo cooperativo, resulta más interesante tomarse esta metodología de trabajo como un contenido más a enseñar, en lugar de como un recurso útil. Según Pujolàs y Lago¹⁷, enseñar a trabajar en equipo consiste en ayudar a los educandos a especificar con claridad los objetivos a perseguir y las metas a alcanzar, enseñarles a organizarse como equipo y autorregular su funcionamiento, identificando lo que hacen incorrectamente y guiándoles para que aprendan a hacerlo mejor. Para estos autores resulta imprescindible tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La **interdependencia positiva de finalidades**, que significa que los alumnos deben tener claro que sus objetivos principales son aprender y ayudarse a aprender, y que deben unirse para alcanzarlos mejor.
- La **interdependencia positiva de roles**, es decir, que cada miembro del equipo tenga asignado un papel y tenga claro cuál es su cometido.
- La **interdependencia positiva de tareas**, que consiste en que sepan repartirse el trabajo a realizar.
- La **interdependencia positiva de identidad**, que quiere decir que a medida que avanza el curso los integrantes del grupo van conociéndose mejor, profundizando en su amistad.
- Los **compromisos personales** de los miembros del grupo, que se corresponden con aquellas habilidades sociales que cada uno de ellos debe pulir como: respetar el turno de palabra, ayudar a los compañeros, estar atento, etc.

El exhaustivo trabajo coordinado por los autores Pere Pujolàs y José Ramón Lago sobre el

aprendizaje cooperativo¹⁷, recoge las importantes ventajas que supone utilizar esta estrategia didáctica: se potencia el aprendizaje de todos los contenidos, tanto los específicos del currículo como los valores referidos a la responsabilidad, compromiso, respeto, etc.; los alumnos aprenden más y mejor, gracias al clima favorable que genera la participación en grupo, la ayuda de los compañeros, el estímulo de aprender por un mismo, etc.; refuerza el autoconcepto y la autoestima, al ser importante la aportación de cada miembro del grupo para conseguir los objetivos propuestos; propicia una relación más intensa y de mayor calidad entre los alumnos, gracias a la gran interacción que van a vivir durante el proyecto; permite trabajar de manera inclusiva, formando grupos heterogéneos de alumnos donde las debilidades de cada uno se diluyan en la suma o sinergia de las virtudes de cada uno de ellos; permite atender a las inteligencias múltiples, combinando diversos tipos de actividades; se aprende trabajar en equipo, con un reparto racional de las responsabilidades; y, por último, la enseñanza puede ser más individualizada.

El ABP presenta también una serie de desventajas que pueden minimizarse si se trabaja con actividades cooperativas en lugar de colaborativas¹⁷. La principal de ellas consiste en que no todos los miembros del grupo se impliquen de la misma forma, y que haya educandos que trabajen menos que el resto. El docente deberá diseñar las actividades de tal manera que fuercen la cooperación y no la colaboración entre los estudiantes. También puede suceder que haya alumnos que por tener un carácter muy dominante, o creerse superiores a sus compañeros, o también por un excesivo celo, intenten hacerlo casi todo ellos solos, para intentar asegurarse así que sacarán una buena nota. Este tipo de alumnos podría poner muchas pegas a la idea de trabajar en grupo al no querer que sus notas dependieran del desempeño de sus compañeros. Otro problema que puede aparecer es el de alumnos que intenten asumir el mando dentro de un grupo, y que se haga todo como ellos quieran, sin respetar la pluralidad de opiniones que a buen seguro habrá. El profesor tiene que tener buen cuidado de vigilar el funcionamiento de los grupos para evitar este tipo de comportamientos disruptivos. El docente deberá concienciar, y convencer, a los alumnos de las ventajas que supone trabajar en equipo, de la importancia que tiene saber escuchar y respetar a los compañeros, de la satisfacción que supone implicarse en un proyecto común junto con otros, etc. Por último, también es importante atender las necesidades de los alumnos más exigentes que deseen sacar mejor nota, dándoles la posibilidad de realizar trabajos adicionales por su cuenta.

Por último, las tareas que pueden realizarse durante la ejecución de un ABP, tomando como modelo la propuesta que realizan Morón Monge y colaboradores²⁶, cabe dividir las en cuatro tipos, en función de la fase en la que se apliquen durante el proceso de enseñanza-aprendizaje y de una visión progresiva de la construcción del conocimiento. Así pues, tenemos:

- **Actividades iniciales:** se pueden ejecutar al comienzo de cada unidad didáctica o tema y también con cada concepto a trabajar.
- **Actividades de desarrollo y construcción de conocimiento:** en las que se trabajarán los conceptos, procedimientos y actitudes contempladas en la unidad didáctica correspondiente.
- **Actividades de aplicación:** en las que el conocimiento adquirido se aplica en distintos contextos; presentan un nivel de complejidad mayor que las anteriores.
- **Actividades de síntesis y revisión:** concebidas para relacionar y conectar los conocimientos adquiridos, para conseguir un aprendizaje integral.

En la siguiente tabla (tabla 2) se puede ver cómo pueden organizarse y secuenciarse distintas tareas de ejemplo de una unidad didáctica, atendiendo al objetivo perseguido en cada una de ellas y al momento temporal correspondiente en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La tabla indica también si la actividad podría realizarse de manera individual o grupal en función de la fase en la que se ejecutara. Nuevamente, esta tabla se basa en otra propuesta por Morón Monge y colaboradores²⁶.

Tabla 2. Secuenciación de técnicas y estrategias metodológicas en función de la fase del proceso de enseñanza-aprendizaje en el que pueden aplicarse²⁶.

PROPUESTA DE SECUENCIACIÓN DE ACTIVIDADES				
ESTRATEGIAS Y TÉCNICAS METODOLÓGICAS	FASES DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE			
	INICIO	CONSTRUCCIÓN Y DESARROLLO	APLICACIÓN	REVISIÓN Y SÍNTESIS
Preguntas de reflexión y lluvias de ideas (generan curiosidad, motivación y desafío intelectual)	Permiten averiguar los conocimientos previos de los estudiantes y sus ideas alternativas.	Para introducir los distintos conceptos a trabajar durante la unidad didáctica. También para generar curiosidad.	Permiten dar continuidad al proceso y mantener la motivación.	Guían la finalización de la unidad didáctica.
Lectura comprensiva (promueve la capacidad de aprender a aprender, propiciando la autonomía)	Para introducir la unidad didáctica o conceptos a trabajar, planteando un problema a resolver.	Búsqueda de información para desarrollar la unidad didáctica o los conceptos a trabajar. Las fuentes pueden ser libres o determinadas por el docente.	Para ampliar el tema. Normalmente concebidas para aquellos alumnos que quieran subir nota o presenten mayor curiosidad.	
Formulación de definiciones propias (reflejo de como comprenden y se expresan)	Búsqueda de ideas alternativas.		Realización de un glosario de términos y conceptos desarrollados durante la unidad didáctica, usando sus propias palabras.	
Realización de esquemas, dibujos y mapas conceptuales (permiten estructurar y sintetizar el conocimiento adquirido)	Búsqueda de ideas alternativas.		Para afianzar, relacionar e integrar el conocimiento adquirido, permitiendo alcanzar una visión de conjunto de la unidad didáctica.	
Prácticas experimentales (fomentan el “saber hacer”)	Para iniciar una unidad didáctica, generando motivación para hallar la explicación teórica del fenómeno observado.		Permiten aplicar la teoría, formular nuevas hipótesis, o enlazar con la siguiente unidad didáctica.	

Proyecto de investigación (genera curiosidad, motivación y desafío intelectual)			Permiten asentar, completar y ampliar el conocimiento adquirido durante una o varias unidades didácticas. Fomentan el trabajo cooperativo, la capacidad de aprender a aprender, aprender a obtener y cribar la información, procesarla, sintetizarla, sacar conclusiones y exponer el resultado a los demás.		
Trabajo	Individual	X	X	X	X
	Grupal		X	X	X

La terminología más común correspondiente a estas cuatro fases es:

- **Fase de introducción:** Su objetivo es facilitar que el alumno identifique los conceptos más inclusivos. Equivalente a la de inicio.
- **Fase de focalización:** En la que se profundiza en los núcleos conceptuales presentes en el mapa del conocimiento de la correspondiente unidad didáctica (diferenciación de los conceptos inclusivos). Para ello debe realizarse tanto una lectura jerárquica del mapa (diferenciaciones progresivas) como una transversal (enlaces cruzados, reconciliaciones integradoras). Se puede dividir en tantas subfases como sean necesarias, denominadas como focalización I, II, III, etc. Es equivalente a la fase de desarrollo y construcción del conocimiento.
- **Fase de resumen:** En la que se realiza la síntesis y la aplicación en nuevos ámbitos del conocimiento adquirido. Equivalente a las fases de aplicación y revisión y síntesis.

2.1.2.3. Retos actuales en la enseñanza de las Ciencias

Hoy en día se pretende que los alumnos cuenten con una cultura científica de base que les permita afrontar los desafíos actuales relacionados con la vida, la salud, el medio y las aplicaciones tecnológicas²⁶. Para conseguirlo parece necesario enseñar las Ciencias de una manera integrada con el saber humanístico. Además, el marco legislativo actual para la educación reglada marca unas directrices poco definidas respecto a la metodología a usar en el aula. Este último hecho, junto a la dificultad que representa la enseñanza de las Ciencias desde un enfoque multidisciplinar, obliga a realizar un notable esfuerzo para planificar su enseñanza de tal manera que se favorezca el aprendizaje de sus contenidos de una manera integrada e interrelacionada²⁶.

Gimeno Sacristán y Pérez Gómez²⁷ recogen unos principios metodológicos para la enseñanza de las Ciencias en el contexto actual que son: partir del nivel de desarrollo del alumnado y de sus aprendizajes previos; asegurar la construcción de aprendizajes significativos; garantizar la funcionalidad de los aprendizajes y la motivación; promover el tratamiento interactivo y relacional de los contenidos y el establecimiento de redes conceptuales además de reforzar los aspectos prácticos y la dimensión profesional; favorecer la autonomía e iniciativa personal y desarrollar las habilidades metacognitivas. A estos principios me gustaría añadir la generación y desarrollo del espíritu crítico, para ayudar a que los alumnos crezcan como personas cabales, responsables y maduras.

Finalmente, no se puede obviar la cada vez mayor falta de vocaciones científicas en nuestro país, que se ven notoriamente reflejadas en la disminución del número de alumnos que eligen cursar las asignaturas científicas en secundaria^{6,28}. Son varias las causas que podrían explicar esta

tendencia, de las que podemos destacar las siguientes^{6,28}: la capacidad de esfuerzo y sacrificio ha disminuido en nuestra sociedad, que se traduce en que los estudiantes prefieren elegir asignaturas que a priori parecen más sencillas; la recompensa social por cursar este tipo de estudios es más bien baja, con pocas salidas profesionales o mal remuneradas, teniendo más prestigio otro tipo de profesiones; falta de capacidad de los profesores por motivar a sus alumnos, de transmitir amor o ilusión por la Ciencia; el temario que se ve en secundaria está muy alejado o tiene poca aplicación en la vida real de los estudiantes, por lo que no les suscita el suficiente interés. Cobra gran relevancia entonces, que el docente sepa despertar el interés de los alumnos por medio de programaciones didácticas amenas y atractivas, capaces de acercar la enseñanza de las Ciencias a los intereses de los alumnos.

2.2. La colonización de otros mundos. Marte

Desde que el *Homo sapiens* se asomó fuera de África, no ha dejado de explorar nuevas tierras y colonizar nuevos continentes. Ahora que ya ha explorado y ocupado todo el planeta, el mundo se le ha quedado pequeño y ha empezado a mirar más allá de sus límites, dirigiendo su mirada a las estrellas. La invención del telescopio permitió por primera vez al ser humano fijar su mirada en otros mundos, en mundos lejanos y distintos al nuestro, y comenzar a soñar con explorarlos y habitarlos.

Entre las muchas razones que pueden esgrimirse para defender la idea de explorar el cosmos y colonizar nuevos planetas, pueden destacarse dos: aprovechar los ingentes recursos materiales (minerales, metales preciosos, etc.) que se encuentran en otros planetas, lunas o asteroides, que pueden ser necesarios para nuestro desarrollo; y aumentar las posibilidades de supervivencia de la especie humana, en previsión de que se diera un desastre a gran escala en nuestro mundo que pusiera en peligro nuestra existencia (holocausto nuclear, cambio climático, impacto de un meteorito...). El brillante físico teórico y cosmólogo Stephen Hawking es uno de los más afamados defensores de la necesidad de establecernos en otros lugares del Universo²⁹ para asegurar la supervivencia de nuestra especie.

2.2.1. La exploración espacial

Hasta el momento, la exploración de nuestro Sistema Solar se ha realizado de distintas maneras: sondas espaciales como la *Helios A*³⁰, lanzada en 1974 para orbitar alrededor del Sol, o la *Voyager*³¹ lanzada en 1977 para visitar Júpiter y Saturno, y que tras trascender los límites de la heliosfera en 2012, va a servir ahora para estudiar los límites del Sistema Solar y explorar el espacio interestelar inmediato; sondas orbitales como las *Viking Orbiter 1 & 2*³², cuya misión era orbitar alrededor de Marte para fotografiar su superficie y actuar como intermediarias de comunicaciones entre la Tierra y la sondas de aterrizaje *Viking Lander 1 & 2*³²; misiones no tripuladas como las enviadas a Marte en 1975 (sondas *Viking Lander 1 & 2*, enviadas para detectar vida en Marte) o en 2011 (*Curiosity*³³, vehículo todoterreno robotizado cuya misión es estudiar el clima y la geología de Marte a través de sus suelos, para encontrar pistas sobre la presencia de vida en Marte, tanto en el pasado como en el presente); misiones tripuladas a la Luna, la *Apolo 11*³⁴ supuso la llegada del hombre a nuestro satélite (Neil Armstrong y Edwin E. Aldrin Jr.) en 1969. En total, se han lanzado más de ciento cincuenta misiones espaciales hasta la fecha³⁵, en las que sólo han participado un puñado de países, entre los que se encuentran Estados Unidos, la Unión Soviética (y Rusia después), China, Japón, India y la Unión Europea, entre otros. Los conocimientos tan exhaustivos

de los que disponemos actualmente sobre los componentes del Sistema Solar, y sin haber puesto un pie nada más que en la Luna, se deben sobre todo a este gran número de misiones.

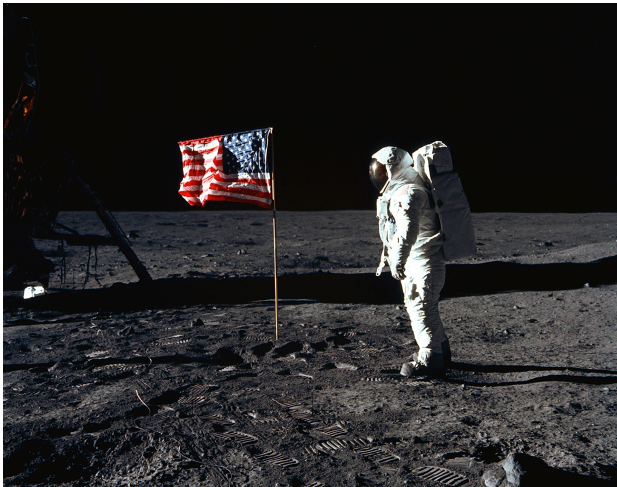


Figura 1. *Apollo 11 Moonwalk.* AS11-40-5875 (20 de julio de 1969). El astronauta Edwin E. Aldrin Jr., piloto del módulo lunar de la primera misión de alunizaje, aparece en la fotografía junto a una bandera desplegada de los Estados Unidos de América durante una actividad extravehicular del Apolo 11 sobre la superficie lunar. El módulo lunar se encuentra a la izquierda, y las huellas de los astronautas son claramente visibles en el suelo de la luna. El astronauta Neil A. Armstrong, comandante, tomó esta fotografía con una cámara Hasselblad de 70 mm. Imagen obtenida y adaptada de: NASA.

2.2.2. El reto de colonizar otros planetas

La colonización efectiva de otros mundos debe conseguir el establecimiento de grupos humanos de manera permanente y autónoma, esto es, sin tener que depender de la Tierra para su abastecimiento y supervivencia. Sin duda, hoy en día nos encontramos lejos de poder establecernos en otros mundos de este modo, y es de suponer que de realizarse, se hará de una manera escalonada debido al enorme reto tecnológico que entraña y el desmesurado coste económico que precisa. No deben olvidarse tampoco los desafíos para la salud³⁶ que puede representar vivir en lugares con una gravedad menor a la terrestre (por ejemplo osteoporosis) o con una mayor exposición a la radiación cósmica durante un viaje espacial³⁷.

Los desafíos tecnológicos que supone enviar colonos fuera de nuestro planeta están íntimamente relacionados con el destino al que se les envíe. Esto no se debe exclusivamente a la distancia a la que se encuentren de la Tierra, sino a que los astros de nuestro Sistema Solar no cumplen los requisitos necesarios para que podamos instalarnos fácilmente: ecosistemas de los que podamos obtener alimentos, atmósferas con suficiente oxígeno, rango de temperatura parecido al terrestre, agua líquida en abundancia, etc. A pesar de que los últimos hallazgos³⁸ del telescopio espacial Kepler apuntan la existencia de exoplanetas con características de habitabilidad parecidas a las terrestres, la gran distancia (once años luz el más cercano) a la que se encuentran hace imposible cualquier planteamiento de enviar misiones tripuladas hasta ellos. Este hecho reduce las estrategias de crear asentamientos humanos extraterrestres a dos posibilidades: establecer colonias en condiciones de habitabilidad totalmente artificiales, o bien acometer una “terraformación” (ver apartado 2.2.4) del destino elegido.

2.2.3. Aspectos éticos, socio-políticos y biológicos de la colonización de otros mundos

La exploración espacial, y más aún, una eventual colonización de otros cuerpos celestes, plantea una serie de dilemas éticos y de índole sociológica que, llegado el momento, será inevitable abordar. Desde el punto de vista de la ética, existen argumentos a favor y en contra de las misiones espaciales que se pueden resumir en los siguientes puntos:

- A favor:
 - Parte de la tecnología que se desarrolla para efectuar las misiones espaciales puede ser aplicada para mejorar nuestra vida cotidiana.
 - Aportación de conocimiento.
 - Para asegurar nuestra supervivencia como especie es preciso expandirnos a otros mundos. La Tierra ya ha sufrido varias extinciones masivas en el pasado.
 - La “terraformación” es una obligación moral³⁹ de la humanidad para hacer del universo un lugar habitable para el ser humano.
- En contra:
 - Estas misiones son extremadamente caras y no tiene sentido gastar el dinero en ellas mientras siga habiendo otros problemas en el mundo.
 - Suponen un gasto muy elevado de recursos naturales muy preciados.
 - La industria asociada es muy contaminante.
 - Al no existir una amenaza inminente para nuestra supervivencia no tiene sentido gastar tantos recursos económicos en planear y preparar futuros asentamientos extraterrestres. ¿Por qué se debería financiar con nuestros impuestos algo de lo que pueden beneficiarse generaciones futuras? Es un argumento parecido al esgrimido por algunos para no hacer frente al cambio climático.
 - ¿Tiene derecho el ser humano a poseer y modificar el universo a su conveniencia? Habitar otros planetas puede suponer un riesgo para las formas de vida existentes en ellos.
 - Entrar en contacto con alienígenas puede poner en riesgo nuestra supervivencia, ya sean tanto macroscópicos como microscópicos (microorganismos que podrían causar, tanto a nosotros como a las plantas y los animales, nuevas enfermedades contra las que, al menos al principio, no sabríamos luchar; riesgos de epidemias, o incluso pandemias, si llegaran a la Tierra).
 - “Terraformar” otros lugares supone una intervención muy drástica sobre un nuevo entorno que puede tener consecuencias impredecibles, tanto para formas de vida nativas como para nosotros mismos.

Por otra parte, se suscitan igualmente algunas cuestiones de índole política, sociológica, e incluso biológica:

- ¿Qué se debería tener en cuenta de la Historia Universal para organizar la convivencia entre los colonos?
- ¿Cómo deberían ser las relaciones entre la colonia y la metrópoli?
- El papel de metrópoli, ¿le correspondería a toda la Tierra? ¿Solamente al país o países que patrocinaran la colonización? ¿O en cambio deberían considerarse como metrópoli todos los países de procedencia de los colonos, independientemente de que hubieran participado o no

en la colonización? Si esta hubiera sido promovida y financiada por una corporación privada, ¿debería considerarse esta última como la metrópoli?

- ¿Podría una gran corporación ser dueña del nuevo mundo o, al menos, del territorio que ocupara una colonia financiada por ella?
- En el caso de establecerse distintas colonias autónomas, ¿debería regirse cada una por separado y en función de lo que dictaminara su metrópolis, o en cambio deberían agruparse en una confederación?
- ¿Qué habría que hacer en cuanto surgiera el deseo de independencia?
- ¿Cuál sería la lengua utilizada? ¿El inglés, el esperanto? ¿Surgiría una nueva lengua?
- ¿Sería la democracia un sistema político viable en una colonia extraterrestre?
- ¿Cómo sería el modelo de estratificación social de la nueva colonia? ¿O serían todos los colonos iguales?
- ¿Sería lícito modificar mediante ingeniería genética a los colonos para facilitar su adaptación al nuevo mundo? ¿Y a los animales y las plantas que se llevaran allí?
- De manera similar a la anterior, ¿sería legítimo crear cíborgs⁴⁰, seres humanos con dispositivos electrónicos integrados en su biología?

En la propuesta didáctica centrada en el currículo de 1º de la ESO, todas estas cuestiones referidas podrían tratarse de manera muy superficial y como una ampliación del temario, incluyéndolas como un apartado más al realizar el proyecto de investigación que debe realizarse en el bloque 7.

2.2.4. El concepto de “terraformación”

El término de “terraformación” se atribuye a Jack Williamson⁴¹, donde lo utilizó por primera vez en su obra de ciencia-ficción titulada *Órbita de colisión*, publicada en la revista *Astounding Science Fiction* en julio de 1942. El concepto fue abrazado rápidamente por los científicos, pero usando para ello otros vocablos. Christopher McKay fue el primer científico en adoptar el término original al escribir un artículo⁴², precisamente sobre Marte, para la revista *Journal of the British Interplanetary Society* titulado como “*Terraforming Mars*”, en 1982.

La “terraformación” se define como el proceso mediante el cual se operan cambios profundos en un planeta u otro astro de tal manera que adquiriera unas condiciones de habitabilidad similares a las de la Tierra. Esto incluye que tenga una temperatura adecuada, que albergue agua líquida, que su atmósfera sea respirable y nos proteja de la radiación ultravioleta y del impacto de meteoritos, que posea un campo magnético que sirva de escudo frente a la radiación cósmica, etc. Una vez que se consiguieran estas condiciones, la primera etapa para conformar los nuevos ecosistemas consistiría en sembrar la vida microbiana, la cual podría contribuir a la dotación de oxígeno a la nueva atmósfera. En un segundo paso se podrían llevar plantas, que contribuirían aún más en el aporte de oxígeno. Estos primeros pasos se conocen con el término de ecopoiesis⁴³.

2.2.5. Colonización de Marte

Los asentamientos en astros no habitables a priori deberían ser capaces de proporcionar condiciones de confort y habitabilidad de manera sostenible y eficiente. Para ello deberían proporcionar un ambiente estanco en el que se asegurase el mantenimiento de dichas condiciones. Sería indispensable, entonces, que fueran capaces de reciclar eficientemente el aire y el agua, aunque también debería existir la posibilidad de generar aire y agua nuevos. Los alimentos también deberían poder obtenerse “de novo”, mediante síntesis o bien estableciendo granjas artificiales, es decir, dentro de los módulos del asentamiento, para permitir la vida y desarrollo de plantas y animales domésticos. Otro requisito básico sería la obtención de energía para el mantenimiento de la colonia (luz, calefacción, electricidad, etc.) y los vehículos. La vida en estas condiciones sería en realidad precaria y plagada de incertidumbres, dependiente en exceso de la viabilidad a largo plazo de los equipos de mantenimiento. Un hipotético asentamiento de estas características en Marte sería más viable si recibiera de manera periódica nuevos suministros desde la Tierra, mientras la nueva colonia fuera adaptando Marte a sus necesidades y aprendiera a obtener cuantos más recursos mejor de su nuevo planeta. Aun así, la colonia se enfrentaría a múltiples desafíos todos los días ya que dependería en exceso de comida, aire, agua, energía e, incluso, de asistencia médica.

2.2.5.1. Características de Marte

Es un planeta rocoso de aspecto rojizo por el óxido de hierro que abunda en su superficie. De todos los planetas del Sistema Solar, es el más parecido a la Tierra y en el que podría ser más sencillo crear un asentamiento. Las características^{44,45} más relevantes que se pueden destacar de Marte son:

- El año marciano dura un año, trescientos veintiún días y siete horas terrestres.
- Tiene, como la Tierra, un ciclo anual de estaciones, aunque son más largas debido a la mayor duración de su revolución alrededor del Sol.
- Un día en Marte dura veinticuatro horas, treinta y siete minutos y veintidós segundos.

Lo cual representa una gran ventaja en una posible colonización ya que nuestros ritmos circadianos están ajustados a que el día dure veinticuatro horas.

- Cuenta con dos satélites naturales (Fobos y Deimos).
Fobos es la mayor de las dos lunas de Marte y su tamaño es mucho menor que el de la Luna, unas ciento cincuenta veces menor. Como consecuencia, solamente Fobos produce eclipses solares, que son parciales.
- Presenta un diámetro de aproximadamente la mitad que el terrestre, una superficie de un tercio la de la Tierra y una masa diez veces menor.
- Debido a las características del punto anterior, la gravedad en Marte equivale a un tercio de la terrestre.
Los científicos no tienen claro todavía como podría afectar esta gravedad tan tenue a la salud humana como sí se sabe que afecta la ingravidez.
- El campo magnético marciano es muy débil, con un valor de unas dos milésimas del terrestre.

Esto hace que la vida en la superficie de Marte no pueda prosperar ya que ésta es

esterilizada continuamente por la radiación cósmica.

- Marte no presenta una tectónica de placas activa.
Por lo que no se liberan de manera natural grandes cantidades de gases con efecto invernadero, muy necesarios para retener el calor del planeta.
- Además, posee una atmósfera muy delgada que ejerce una presión cien veces menor a la ejercida por la terrestre.
Este hecho dificulta mucho que exista agua líquida en la superficie, ya que tiende a evaporarse rápidamente. Que sea tan fina supone otro impedimento para retener el calor, desarrollar procesos climáticos estables, y para filtrar la radiación solar.
- La atmósfera de Marte está compuesta por dióxido de carbono (95%), nitrógeno (2,7%), oxígeno (0,13%), vapor de agua (0,03%), y otros.
La gran cantidad de dióxido de carbono resultaría beneficioso para la vida vegetal, pero la casi ausencia de oxígeno resultaría letal, tanto para las plantas como para los animales.
- La temperatura media en la superficie es de -55 °C. Las máximas en verano y en el ecuador durante el día pueden alcanzar los 20 °C o más, mientras que las mínimas nocturnas pueden llegar a los -80 °C.
Las plantas y animales no podrían sobrevivir con esas temperaturas a la intemperie.
- Aunque en el pasado Marte debió poseer suficiente agua líquida como para formar un océano que cubrió un tercio de su superficie, en la actualidad apenas hay agua líquida en la superficie, que fluye de manera intermitente. En los polos, en cambio, existen casquetes de agua helada y también bajo la superficie, formando parte del *permafrost*. En la atmósfera, se encuentra una ínfima cantidad en forma de vapor.
Al ser tan poca el agua que existe en Marte, para hacer posible una completa “terraformación” del planeta seguramente habría que producir de manera artificial, o importar, grandes cantidades de agua.

2.2.5.2. Planes y propuestas

Son varias las propuestas que ya existen para enviar astronautas a Marte. Sin embargo, al ser una empresa altamente ambiciosa y extremadamente cara, todas coinciden en que los primeros astronautas que se enviaran allí deberían ser al mismo tiempo colonos. Es decir, el viaje a Marte debería ser solamente un viaje de ida. Ningún gobierno ha tomado la iniciativa de financiar una expedición de estas características. No obstante, la Agencia Nacional para la Aeronáutica y el Espacio (NASA) de los Estados Unidos, ha establecido un plan con unas líneas maestras a seguir para conseguir este objetivo⁴⁶. Existen además varios grupos no asociados a ningún gobierno que tienen sus propias propuestas, como *Mars to Stay*⁴⁷, de la que forma parte Edwin E. Aldrin Jr, quien presentó a la NASA en 2015, junto con el Instituto Tecnológico de Florida, un plan⁴⁸ para colonizar Marte antes del año 2040. El multimillonario Elon Musk, cofundador de PayPal, Tesla Motors y SpaceX, tiene sus propios planes para establecer una colonia humana en Marte⁴⁹. *Mars One*⁵⁰, una controvertida iniciativa privada liderada por Bas Lansdorp que planea una misión con varias etapas en las que inicialmente sólo se enviaría equipo y finalmente se embarcarían seres humanos. Este proyecto levantó un gran revuelo y miles de personas de todo el mundo participaron en el proceso de selección. La financiación bebe de diversas fuentes, como patrocinadores, donaciones, etc., proyectándose incluso recaudar fondos mediante un “reality show” a lo Gran Hermano

retransmitiendo el día a día de los colonos. Este proyecto ha sido duramente criticado por la comunidad científica por considerarlo, entre otras cosas, demasiado prematuro^{51,52}.



Figura 2. Representaciones idealizadas de los asentamientos en Marte proyectados por SpaceX (A) y *Mars One* (B). Imagen A obtenida de: SpaceX.
Imagen B obtenida de: *Mars One*.

2.2.5.3. “Terraformación” de Marte

Como se ha explicado más arriba, la “terraformación” de Marte^{39,42} tendría como objetivo cambiar sus condiciones actuales por otras que fueran más favorables para la vida terrestre en general, y la vida humana en particular. No existe consenso actualmente en la comunidad científica sobre si esto es una posibilidad factible o no. Lo que sí es seguro, en cambio, son los recursos económicos que precisaría, algo que ni la sociedad ni ningún gobierno están dispuestos a costear hoy en día.

Se cree que en el pasado Marte sí tuvo una atmósfera más densa, abundante agua líquida en su superficie y actividad tectónica, presentando un ambiente parecido al de la Tierra. Sin embargo, su pequeño tamaño le habría llevado a enfriarse más rápidamente que la Tierra, desembocando esto en la desaparición de su actividad tectónica y su campo magnético. Por otro lado, su menor gravedad habría facilitado la pérdida de su atmósfera, lo que a su vez habría contribuido a que se enfriara más rápidamente. Todo esto sugiere que los cambios que pudieran inducirse en el planeta rojo por medios artificiales podrían revertirse fácilmente, aunque quizá más bien en una escala de tiempo geológica en lugar de humana.

Sea como sea, cualquier proyecto de “terraformar” Marte comenzaría por aumentar el grosor de la atmósfera y calentarla. Estos dos efectos se alimentarían mutuamente, ya que agrandar la atmósfera contribuiría a conservar mejor el calor, y un mayor calor permitiría que se derritieran los casquetes polares, formados en gran parte por dióxido de carbono congelado.

Para crear una atmósfera más densa se han propuesto distintas alternativas como enviar al planeta asteroides formados de amoníaco congelado (el cual tiene un potente efecto invernadero), aportar nitrógeno u otros gases inertes presentes en otros cuerpos del Sistema Solar, mediante la reacción de Sabatier se podría hacer reaccionar hidrógeno (importado de los planetas gaseosos) con dióxido de carbono y se produciría metano (que produce efecto invernadero) y agua, etc. Para convertir la atmósfera en habitable, con un nivel adecuado de oxígeno, se podría recurrir a microorganismos y plantas, los cuales podrían ser más eficientes con ciertas modificaciones genéticas. Como se ha comentado ya en otra sección, el incremento de la densidad atmosférica conllevaría un aumento de la presión atmosférica, lo que contribuiría a mantener el agua en forma líquida sobre el suelo marciano.

Otro punto clave de la “terraformación” sería contar con una cantidad considerable de agua líquida en la superficie y en forma de vapor en la atmósfera. El agua con la que cuenta Marte no sería suficiente y habría que importarla o bien de asteroides o bien de las lunas heladas de Júpiter y Saturno. Mediante importación de hidrógeno o de hidrocarburos (muy comunes en Titán), y haciéndolos reaccionar con el óxido de hierro (III) de la superficie marciana, se podría conseguir agua y también dióxido de carbono.

Con el fin de calentar Marte, se han propuesto distintas alternativas como el uso de grandes espejos de tereftalato de polietileno (plástico muy utilizado para fabricar envases) aluminizado colocados en órbita alrededor del planeta para aumentar la insolación total recibida. Otra manera podría ser inyectar a la atmósfera marciana grandes cantidades de haloalcanos (los más conocidos son los clorofluorocarbonos (CFCs)), ya que tienen un potente efecto invernadero. Estos gases podrían ser producidos por medio de reacciones químicas o bien utilizando bacterias modificadas genéticamente. Un ejemplo más de cómo conseguir un calentamiento global consistiría en reducir el albedo cubriendo la superficie del planeta con un polvo oscuro o colonizándolo con líquenes o microbios oscuros. El uso de seres vivos tendría como ventaja añadida que podrían reproducirse y propagarse, contribuyendo a reducir aún más el albedo.

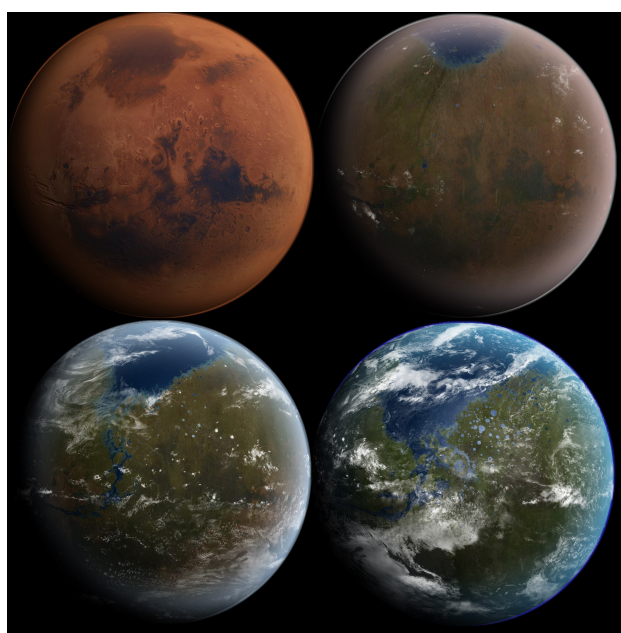


Figura 3. Representación idealizada del proceso de “terraformación” de Marte. Las distintas imágenes muestran la adquisición paulatina por parte de Marte de grandes masas de agua líquida y vegetación en su superficie, así como una atmósfera capaz de retener agua en forma de nubes.

Autor: Daein Ballard.

Imagen obtenida de: Wikipedia.

2.3. La Tierra en el Universo: Características que hacen de la Tierra un planeta habitable

El primer curso de la ESO constituye prácticamente la única etapa en el currículo de Biología y Geología en Secundaria, incluyendo el Bachillerato, en la que los alumnos van a poder estudiar las razones que hacen de la Tierra un lugar capaz de albergar vida. Esta característica convierte a nuestro planeta en un lugar muy especial, ya que es el único planeta del Sistema Solar que alberga vida inteligente, y posiblemente también sea el único que albergue algún tipo de vida. Esto último, sin embargo, no puede darse por seguro, y parte de la comunidad científica cree posible que pueda existir vida microbiana en al menos tres lugares más de nuestro Sistema Solar: Encélado⁵³ (luna de Saturno), Europa⁵⁴ (luna de Júpiter), y Marte⁵⁵. Por el momento, esto no pasan de ser meras especulaciones en base a los hallazgos de océanos de agua líquida bajo la superficie congelada de estas lunas, y también de la presencia de agua líquida en la superficie de Marte, además de las emanaciones de metano que, tomando como modelo nuestro planeta, podrían ser debidas tanto a reacciones químicas y procesos geológicos como a la acción de agentes microbianos⁵⁶ (Figura 4).

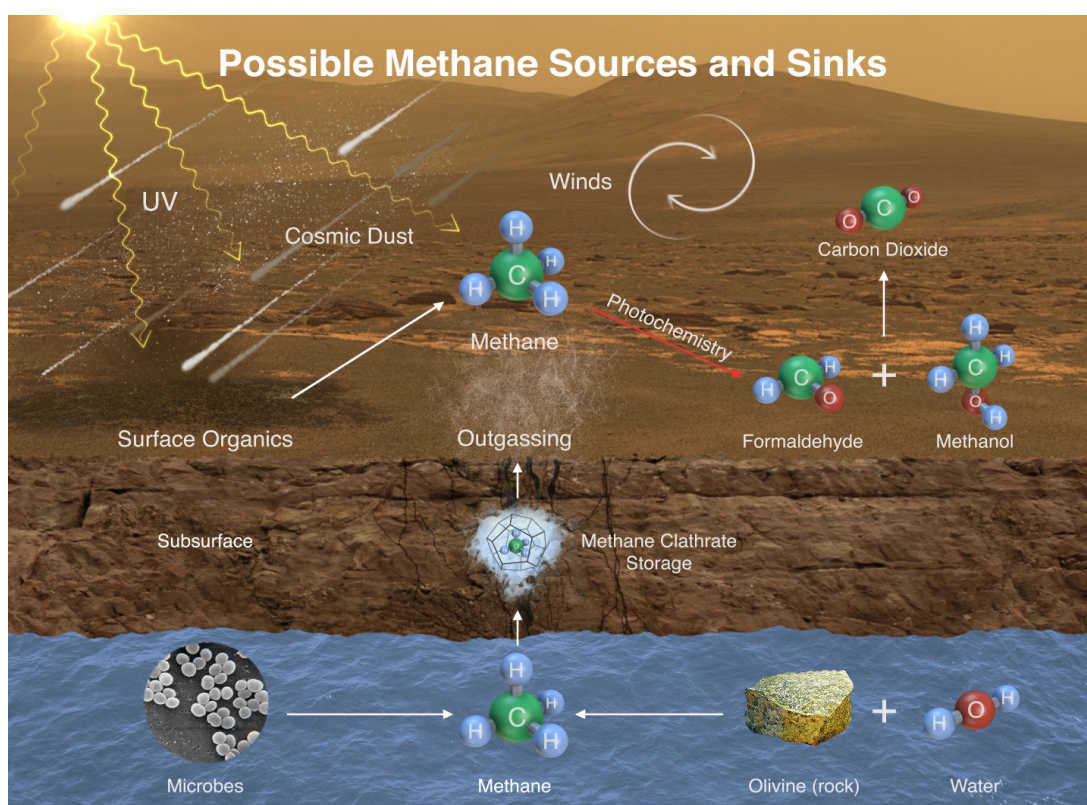


Figura 4. Imagen que ilustra las posibles fuentes de generación de metano en Marte y su liberación a la atmósfera, así como la forma en que pueden ser eliminadas⁵⁶. El vehículo de exploración de la NASA Curiosity Mars ha detectado fluctuaciones en la concentración del metano atmosférico, lo que implica que ambos tipos de actividad (generación y eliminación del metano) ocurren actualmente en Marte. Imagen obtenida y adaptada de: NASA/JPL-Caltech/SAM-GSFC/Universidad de Michigan.

Así pues, puesto que la Tierra representa el único lugar del Sistema Solar donde la vida se ha abierto paso, desarrollándose en las múltiples y variadas formas que conocemos, cabe preguntarse qué hace a la Tierra un lugar tan singular. Para que esto ocurra, tienen que darse una serie de circunstancias que, todas juntas, permiten no sólo la aparición y desarrollo de la vida, sino que, si se mantienen durante un largo periodo de tiempo, como en la Tierra, pueden llegar a permitir el desarrollo de vida inteligente. No obstante, nuestro planeta no es el único donde pudo haberse

iniciado la vida en nuestro sistema planetario. Tanto en Venus como Marte podría haberse dado este fenómeno, pero estas condiciones favorables a las que nos referimos no pudieron mantenerse el tiempo suficiente y hoy en día no son más que lugares inhóspitos donde la vida, tal y como la conocemos, es poco probable en Marte y prácticamente imposible en Venus⁵⁷.

La pregunta obvia que surge entonces es: ¿Cuáles son las condiciones que deben cumplirse para que se desarrolle y se mantenga la vida en un planeta? Para responder a esta pregunta, un alumno de 1º de la ESO debe adquirir primero una serie de conocimientos que están contenidos dentro del bloque 2 (la Tierra en el Universo) del currículo contemplado por la LOMCE^{5,45}. Veamos cuáles son:

- La primera de ellas es que el planeta debe ser una masa rocosa en lugar de gaseosa, como es el caso de Júpiter o Saturno. La Tierra cumple este requisito, al igual que Marte, y ello dota al planeta de una **geosfera**, que proporciona los elementos químicos necesarios para que puedan darse las reacciones químicas que dan lugar a la vida. La geosfera también otorga una superficie donde pueden habitar los seres vivos y las sales minerales que, disueltas en el agua, toman para realizar sus funciones vitales.
- La segunda condición que ha de cumplirse es que el planeta esté a una distancia adecuada de su estrella, para que su temperatura media en la superficie sea superior a los cero grados centígrados, para que el agua pueda presentarse en forma líquida y formar la **hidrosfera**. Esto resulta ser un requisito indispensable para que se forme la vida, al menos tal y como la conocemos, ya que el agua es un componente fundamental de los organismos y también es el medio en el que habitan muchos de ellos. Adicionalmente, el agua constituye el medio en el que se dan las reacciones químicas necesarias para el mantenimiento de la vida, como las que se dan durante el metabolismo, permite la circulación de las sustancias dentro de los organismos y la eliminación de los residuos metabólicos. Asimismo, el agua puede absorber y ceder una gran cantidad de energía térmica, lo que permite a los organismos regular su temperatura, pero también, como hidrosfera, ayuda a regular la temperatura del planeta.
- Otra condición a cumplir es que el planeta en cuestión tenga una masa suficiente que le permita retener a la **atmósfera**, que es la capa gaseosa que envuelve al planeta. La atmósfera está formada por una mezcla de distintos gases, que llamamos aire, y cumple una serie de funciones muy importantes: aporta gases, como el oxígeno y el dióxido de carbono, necesarios para la respiración de los seres vivos y la fotosíntesis de las algas y las plantas, respectivamente; participa, junto con la hidrosfera, del ciclo del agua ya que contiene las nubes, que al descargar el agua en forma de precipitaciones permite llevarla a zonas alejadas de los cursos establecidos en la superficie; contiene la **capa de ozono**, que es un gas constituido por oxígeno y que absorbe la radiación ultravioleta, letal para los seres vivos; regula la temperatura del planeta gracias al **efecto invernadero**, provocado por la presencia de gases en su composición como el propio vapor de agua, el dióxido de carbono y el metano.
- Poseer un campo magnético, que proteja al planeta de las partículas y radiaciones provenientes tanto de su estrella como del universo. Estas partículas y radiaciones son particularmente nocivas para los seres vivos.

- Por último, aunque posiblemente no sea fundamental, contar con satélites naturales puede ayudar a regular distintos fenómenos necesarios para el mantenimiento de la vida. En el caso de la Tierra, la Luna es responsable, por ejemplo, de la estabilidad del eje de rotación terrestre y de las mareas en los océanos, que influyen de manera importante en la circulación oceánica a gran escala, permitiendo una redistribución del calor desde el ecuador hacia los polos⁵⁸.

2.4. La Biodiversidad en el planeta Tierra

El planeta Tierra, gracias a las características que se han enumerado en el apartado anterior, tiene la capacidad de haber desarrollado vida en él y de haberla mantenido durante miles de millones de años. Esto ha permitido que la vida floreciera de múltiples formas, evolucionando los seres vivos de muchas maneras diferentes y dando lugar a miles y miles de especies distintas. Con el paso del tiempo, y los cambios que ha ido sufriendo la Tierra mientras tanto, esa evolución ha permitido que muchos de los seres vivos que han ido poblándola, pudieran adaptarse y sobrevivir.

El conjunto de seres vivos que habitan nuestro planeta recibe el nombre de **biosfera**. A lo largo de la historia de la Tierra, la biosfera no ha estado constituida por las mismas especies, ya que con los cambios de las condiciones del planeta, las especies incapaces de adaptarse a los cambios han desaparecido. La evolución ha posibilitado la aparición de diversas adaptaciones a dichos cambios, dando lugar a especies nuevas adaptadas a las nuevas condiciones del ambiente. Hay muchos ejemplos de especies ya extintas, como los dinosaurios o el oso de las cavernas, y también de especies que existen hoy día y no la hacían en épocas pasadas, como las aves o nosotros mismos.

En el primer curso de la ESO, los alumnos son introducidos al mundo de los seres vivos presentándoles los cinco reinos en los que tradicionalmente se han dividido: Animales, Plantas, Hongos, Protoctistas y Moneras. La unidad viva y funcional más simple que enlaza a todos los reinos es la célula. Esta conexión resulta muy interesante porque permite a los alumnos trazar una flecha del tiempo, desde el origen de la vida a las evolucionadas y complejas formas actuales que presentan algunos seres vivos. De esta manera, en el contexto de la propuesta didáctica que se plantea, los alumnos pueden intuir los tipos de seres vivos que podrían encontrar en Marte si en este hubiera vida en la actualidad. Más adelante se expondrán los momentos y actividades donde esta conexión se revela fundamental.

De esta parte del temario, los alumnos deben aprender las siguientes cuestiones y conceptos, incluidos en el bloque 3 (La Biodiversidad en el planeta Tierra) del currículo establecido por la LOMCE^{5,45} para el primer curso de la ESO:

- **La célula.** Tipos de células, estructura y composición.
Entender la importancia de la célula como unidad mínima de la vida parece esencial para comprender que el tipo de vida más plausible que puede encontrarse en Marte corresponde a organismos unicelulares.
- Niveles de organización de los seres vivos: organismos unicelulares y pluricelulares.
- **Biodiversidad y adaptaciones.**
Plantear una colonización del planeta Marte, llevando plantas, sobre todo, y también animales de la Tierra a un entorno tan distinto, no tendría sentido sin el concepto de adaptación. En las condiciones de habitabilidad actuales, las especies provenientes de la Tierra solamente podrían sobrevivir en entornos artificiales. Sin embargo, si se pudiese

“terraformar” Marte en algún grado (ver apartado 2.2.5.3), podría ser factible que pudiesen vivir al aire libre, y ahí entraría en juego la capacidad de adaptación a un nuevo entorno.

- Los cinco reinos: **Animales, Plantas, Hongos, Protocistas y Moneras**.
Es necesario conocer las características de cada reino para hipotetizar con las formas de vida actuales en el planeta rojo y también para conocer qué seres de nuestro planeta podrían adaptarse mejor allí.
- Características de los animales **vertebrados e invertebrados**.
- Las funciones vitales de los animales: **nutrición** (autótrofa o heterótrofa), **relación y reproducción** (asexual o sexual).
Necesario comprenderlas adecuadamente para plantear su posible supervivencia en Marte.
- Función de nutrición: **digestión, respiración, circulación y excreción**.
- Función de relación: receptores, sistemas de coordinación (**sistema nervioso y endocrino**) y **aparato locomotor**.
- Función de reproducción: **fecundación** (interna o externa), desarrollo embrionario y postembrionario.
- Reino Plantas: características, importancia en la biosfera (sirven de alimento, evitan la erosión, producen oxígeno y consumen dióxido de carbono).
No podría entenderse sin ellas una posible colonización o “terraformación” de Marte.
- Órganos vegetales: **raíz, tallo y hojas**.
Es necesario conocer muy bien las plantas para entender cómo podrían sobrevivir en Marte.
- Funciones de las plantas: nutrición (**fotosíntesis** y respiración), relación (**tropismos y nastias**) y reproducción.
El proceso de fotosíntesis resultaría de vital importancia en Marte ya que permitiría liberar oxígeno a su atmósfera, que hoy por hoy está constituida por un 95% de dióxido de carbono (ver apartado 2.2.5.1). Entender los tropismos y las nastias es también de gran importancia ya que las condiciones de Marte son muy distintas a las de la Tierra: la gravedad de Marte es sólo un tercio de la de la Tierra, y la presión atmosférica un 1% del valor terrestre. Esto podría afectar, por ejemplo, al crecimiento de las raíces (tropismo positivo respecto a la gravedad) y los tallos (tropismo negativo).
- Reino Hongos: características y papel en la biosfera (**biodegradadores**, causantes de enfermedades y **fabricación de alimentos**).
Su viaje a Marte podría estar justificado para producir alimentos para la colonia como el pan y para ayudar a descomponer los residuos orgánicos que se generasen.
- Reino Protocistas (algas y protozoos): características y función en la biosfera (alimento (plancton), **simbiontes** asociados a animales y causantes de enfermedades).
Si se consiguiera mantener agua líquida de manera estable en Marte, y en grandes cantidades, la presencia de plancton podría servir para generar una cadena trófica de gran importancia, al servir de alimento a animales acuáticos (larvas de peces) y como sumidero del dióxido de carbono atmosférico.

- Reino Moneras: características, nutrición (heterótrofa o autótrofa; saprófitas, parásitas y simbioses), reproducción (**esporas** de resistencia), rol en la biosfera (**productoras del oxígeno primigenio**, ayudan a **fijar el nitrógeno** atmosférico a algunas plantas, descomponedoras, simbiontes asociados a animales, causantes de enfermedades y fabricación de alimentos).

La presencia de bacterias en Marte resultaría de gran ayuda a una colonia humana: podrían ayudar en la “terraformación” generando oxígeno para la atmósfera; serían de vital importancia para la adaptabilidad de cultivos de leguminosas y otras plantas que requieran fijación del nitrógeno atmosférico; podrían utilizarse para descomponer los residuos orgánicos; y también para fabricar alimentos como yogures, siempre que hubiera leche, claro está). La capacidad de las bacterias de sobrevivir en ambientes extremos, gracias a su gran adaptabilidad y el poder generar esporas de resistencia, podría facilitar su integración en el ambiente marciano.

3. PROPUESTA DIDÁCTICA

En el anexo 2 se puede consultar un mapa conceptual que muestra el fundamento, la estructura, el planteamiento y el desarrollo de la siguiente propuesta didáctica. En el anexo 4 se hallan dos mapas conceptuales más que completan este primero, al desarrollar las condiciones de habitabilidad del planeta Tierra, a través del concepto inclusivo “Tierra”.

3.1. Ubicación curricular y contexto de la propuesta

La propuesta didáctica que aquí se plantea está diseñada para la asignatura de Biología y Geología del primer curso de la ESO. Se ha diseñado atendiendo al marco que establece la LOMCE⁵, que es la ley vigente. Sin embargo, el temario de esta asignatura es muy similar al de su asignatura equivalente (Ciencias de la Naturaleza) en la ley anterior, la LOE⁸. Así, esta propuesta podría adaptarse fácilmente si la ley actual fuese derogada tras las próximas elecciones generales.

La propuesta didáctica desarrollada en este TFM pretende abarcar el temario completo de la asignatura de Biología y Geología mediante la siguiente pregunta motriz: *¿Por qué no es habitable Marte y cómo podríamos conseguir vivir en él?*

Para dar respuesta a esta pregunta es imprescindible conocer primero los conceptos clave que se dan en esta asignatura (ver los apartados 2.3 y 2.4 del marco teórico). Estos conceptos se refieren principalmente a las condiciones que debe reunir un planeta para ser habitable por nosotros y la mayoría de seres vivos de la Tierra, y también a como son estos seres vivos: como se desarrollan, se alimentan, se relacionan y se reproducen. Si uno conoce todos estos elementos del currículo, puede dar respuesta a la pregunta generadora ya que puede saber si un planeta cumple los requisitos para ser habitable y si no es el caso, qué habría que modificar para amoldarlo a las necesidades de los seres humanos y de los seres vivos que se llevaran allí. Lo que se pretende con esta pregunta es que sirva de punto de partida de un viaje que comenzará con la génesis del planeta Tierra, continuará con el estudio de las formas de vida que lo pueblan y terminará con la extrapolación de este conocimiento a Marte, en este caso concreto, para aventurar cómo podría habitarse. La colonización de otros mundos es algo que poco a poco va calando en el imaginario colectivo y que ya empieza a proyectarse de una manera seria en ciertos ámbitos. Este asunto despierta la curiosidad de muchas personas, especialmente de los niños² y adolescentes. El potencial de este proyecto reside en que, explotando esta curiosidad, a través de la cuestión de la colonización de otros planetas, se reflexiona y aprende sobre las condiciones de habitabilidad de la Tierra, sobre las necesidades del ser humano como individuo y como especie para vivir en un medio, las relaciones del ser humano con otras especies, el uso y abuso de los recursos, la gestión del medio, etc. Para responder a la pregunta motriz hay que dar coherencia y unidad a todo el temario de la asignatura, facilitando así que los alumnos adquieran una visión integral de todos los contenidos curriculares, que puedan conectar cada uno de los conceptos entre sí, de tal manera que cada conexión tenga un significado en sí misma y junto con todas las demás. De este modo, conseguimos equiparar la importancia de la Biología y la Geología, haciendo ver a los alumnos la importancia que tienen por igual ambas disciplinas, lo cual no se ha conseguido siempre^{6,7}.

La expansión humana por el Universo suscita además una serie de dilemas éticos, sociológicos y biológicos que ya se han esbozado en el apartado 2.2.3 del marco teórico. A mi modo de ver, una respuesta a la pregunta motriz que excluyera estos aspectos no sería una respuesta

completa. Soy consciente de que tratar de responder a estas cuestiones es algo que excede a la asignatura de Biología y Geología y que exige la colaboración con otras asignaturas más apropiadas para explorar o discutir estos asuntos. De la misma manera, enfrentarse a cuestiones interdisciplinarias con una base en el conocimiento científico y consecuencias más allá de la propia materia que se estudia puede ser un reto significativo para alumnos de 1º de la ESO. No obstante, la actual ley educativa insta a que en todas las asignaturas se trabajen todas las competencias. Aproximarse a estas cuestiones creo que sería una buena manera de trabajar todas o casi todas las competencias en la asignatura que nos atañe. Y esto es algo que no siempre resulta sencillo de conseguir.

En mi opinión, la formación científica es igual de importante que la formación humanística. Por ello preferiría que la discusión de los aspectos éticos y sociológicos que entraña la colonización de otros mundos tuviera un peso mayor en la presente propuesta didáctica. El primer requisito que debería cumplirse para ello es que los alumnos tuvieran un mayor grado de madurez y de conocimientos en humanidades. Idealmente debería plantearse entonces en 2º de Bachillerato, por la mayor madurez, y también debido a que los alumnos ya habrían profundizado mucho en las asignaturas de Geografía e Historia y Valores Éticos. Y algunos incluso habrían cursado Filosofía. Sin embargo, en 2º de Bachillerato el temario no encaja demasiado y, sobre todo, Biología y Geología se dan en asignaturas separadas que no todos los alumnos escogen juntas.

En 2º de la ESO no se da Biología y Geología, en tercero sí se da, pero la parte que corresponde a biología se centra principalmente en salud humana y la de Geología en el relieve terrestre. En cuarto, el temario es más específico que en primero, y profundiza mucho en la biología de la célula, estudia la dinámica de la Tierra y, como punto a favor, dedica parte del temario al estudio de la ecología y el medio ambiente. Para dar respuesta a la pregunta motriz planteada habría que introducir muchos elementos en el temario, así que creo que no sería una propuesta realista. Una opción que se da en este curso es que los alumnos escojan la asignatura optativa Cultura Científica, que dedica el bloque 2 al Universo y las condiciones para la vida en el Sistema Solar. Si los alumnos cursaran esta asignatura junto con Biología y Geología podría adaptarse la propuesta. 4º de la ESO también resulta atractivo para esta propuesta ya que los alumnos tienen mayor edad y en las asignaturas de Geografía e Historia y Valores Éticos ya han estudiado los distintos sistemas políticos, el uso de los recursos, la estratificación social en las distintas épocas, la dignidad de la persona, el respeto, las normas éticas, el bien común, los dilemas éticos respecto de la ciencia y la tecnología, etc. Los alumnos que además se hubieran matriculado en Filosofía adquirirían conocimientos relativos a la cultura y la sociedad, el libre albedrío y la creatividad.

Por todo esto, y tras examinar el currículo con atención, donde mejor encaja el temario para responder a la pregunta motriz es en 1º de la ESO, como veremos más adelante y ya se ha visto en los apartados 2.3 y 2.4.

Una manera más sencilla de trabajar todas las competencias mediante esta propuesta didáctica, y sobre todo, de ampliarla de manera somera, incluyendo la parte ética y sociológica del asunto, sería colaborar con algunas asignaturas del mismo curso. En este sentido, sería fundamental contar con la colaboración del docente que impartiera la asignatura de Valores Éticos. En el primer curso de la ESO se introducen ya las cuestiones referidas a la dignidad de la persona, el respeto al otro, valores y moral, el compromiso y el bien común. Todas ellas esenciales para el buen funcionamiento de una colonia fuera de nuestro planeta. Sin embargo, habría que contar con el inconveniente de que no todos los alumnos la cursarían ya que es de carácter optativo. Con

asignaturas como Lengua Castellana y Literatura o Primera Lengua Extranjera se podría trabajar la expresión escrita y oral mediante la elaboración de redacciones u otras actividades. Con Educación Plástica, Visual y Audiovisual se podrían realizar distintos vídeos o dibujar cómics centrados en la parte de la colonización. Y en Tecnología se podrían fabricar inventos destinados a la colonia, como vehículos robóticos de exploración (ver apartado 3.5.2.5.2).

3.2. Objetivos de la propuesta didáctica

Los objetivos que se persiguen a través de la presente propuesta se pueden dividir en tres clases: los que buscan la reflexión y la adquisición del conocimiento; los que promueven la adquisición de habilidades, capacidades y el crecimiento personal de los educandos; y los que pretenden motivar a los alumnos en el estudio de las disciplinas científicas y despertar en ellos el interés y el amor por las Ciencias.

Los objetivos dirigidos a la reflexión y adquisición de conocimiento son los siguientes:

- **Objetivos primarios:**

- Conocer las características que hacen de la Tierra un planeta habitable para poder extrapolarlas a otros planetas y poder determinar si podrían habitarse o no. Caso concreto: Marte.
- Conocer la biodiversidad de los seres vivos de la Tierra, con sus características principales.

- **Objetivos secundarios:**

- Comprender el concepto de sostenibilidad de los sistemas biológicos y las necesidades básicas del hombre para sobrevivir como especie y como individuo.
- Aventurar qué seres vivos podrían encontrarse en Marte y cuáles de los de la Tierra podrían sobrevivir allí, de manera natural o ayudándoles con la tecnología actual.
- Planear un proyecto de colonización de Marte.

- **Objetivo terciario:**

- Reflexionar sobre los dilemas éticos, sociológicos y biológicos que podría entrañar una eventual colonización marciana.

En cuanto a los objetivos a alcanzar en cuanto al desarrollo personal de los alumnos, habilidades y capacidades, creo que los más relevantes que se podrían marcar son:

- **Habilidades empáticas:**

- Capacidad de trabajar en equipo, de manera cooperativa y empática.
- Sentido de compañerismo y solidaridad.
- Capacidad de escuchar al otro y saber llegar a consensos.
- Saber debatir con respeto y argumentos fundamentados y capacidad para defender las propias ideas, sabiendo reconocer cuando uno está equivocado.

- Comprender y respetar la naturaleza, adquiriendo sensibilidad por el medio ambiente y el desarrollo sostenible.

- Autonomía personal

- Capacidad de buscar información de fuentes fiables.
- Capacidad de aprender a aprender.
- Desarrollo de espíritu crítico.
- Capacidad de autocrítica, autoanálisis y autoevaluación.
- Desarrollo de la creatividad personal.

- Habilidades cognitivas

- Capacidad de extraer la información relevante de cualquier soporte, escrito o audiovisual.
- Capacidad de síntesis y reflexión.
- Capacidad de ordenar las ideas y el conocimiento, sabiendo plasmarlos adecuadamente mediante resúmenes, esquemas y mapas conceptuales.
- Saber relacionar e integrar el conocimiento adquirido.
- Capacidad de aprender a aprender.

- Habilidades comunicativas:

- Capacidad de comunicar eficientemente, ya sea por medios orales, escritos o audiovisuales.
- Saber debatir con respeto y argumentos fundamentados y capacidad para defender las propias ideas, sabiendo reconocer cuando uno está equivocado.
- Capacidad de escuchar al otro y saber llegar a consensos.

En cuanto a las competencias que vienen recogidas en la LOMCE⁵, considero que con esta propuesta pueden trabajarse todas ellas (tabla 3).

Tabla 3. Competencias contempladas en la LOMCE⁵.

COMPETENCIAS DE LA LOMCE			
1	Comunicación lingüística.	5	Competencias sociales y cívicas.
2	Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.	6	Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.
3	Competencia digital.	7	Conciencia y expresiones culturales.
4	Aprender a aprender.		

3.3. Contenidos curriculares

Los contenidos que se pretenden abarcar mediante esta propuesta didáctica son los correspondientes al temario completo de Biología y Geología de 1º de la ESO contemplado en la LOMCE⁵. Estos contenidos se hallan divididos en cuatro bloques, que son:

- Bloque 1: Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica.
- Bloque 2: La Tierra en el Universo.
- Bloque 3: La Biodiversidad en el planeta Tierra.
- Bloque 7: Proyecto de investigación.

El temario derivado de ellos puede organizarse en torno a diez temas o unidades didácticas, tomando como referencia la estructuración que sigue el libro de texto elaborado por la editorial Santillana⁴⁵, como muestra la tabla 4.

Tabla 4. Relación de temas de Biología y Geología en 1º de la ESO⁴⁵.

TEMARIO DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA EN 1º DE LA ESO	
Nº DE TEMA	TÍTULO DEL TEMA
1	La Tierra en el Universo
2	La geosfera. Minerales y rocas
3	La atmósfera
4	La hidrosfera
5	La biosfera
6	El reino animal. Los vertebrados
7	Los invertebrados
8	Funciones vitales en los animales
9	El reino Plantas
10	Los reinos Hongos, Protoctistas y Moneras

Los bloques 1 y 7 están dedicados a la investigación y a la experimentación, con lo que tienen un perfil más práctico que teórico y no tienen conceptos a destacar. El bloque 1 se abordará mediante trabajos experimentales realizados durante el curso para afianzar determinados conocimientos de los bloques 2 y 3. El proyecto del bloque 7 se dedicará a realizar un trabajo de investigación sobre la colonización de Marte, cuyo fin último es dar respuesta a la pregunta motriz planteada, por medio de una visión integral del temario y su aplicación al proyecto de investigación, que se pretende que resulte divertido, ameno y sirva para ampliar horizontes al alumnado.

En las secciones 2.3 y 2.4 del marco teórico se han destacado ya los conceptos que deben saber los educandos para poder dar respuesta a la pregunta motriz que arranca el proyecto. Sin embargo, hay varios conceptos más que los alumnos deben dominar para poder superar con éxito la asignatura. El conjunto de todos los conceptos que los estudiantes deben conocer se resume en la tabla 5. Los conceptos que se repiten en los distintos temas se han eliminado para no hacer la tabla demasiado extensa.

Tabla 5. Conceptos más relevantes del currículo de 1º de la ESO en la asignatura de Biología y Geología^{5,45}.

CONCEPTOS Y TÉRMINOS RELEVANTES DE LOS BLOQUES 2 Y 3	
BLOQUE 2: LA TIERRA EN EL UNIVERSO	Universo, teoría del <i>Big Bang</i> , galaxia, estrella, planeta, satélite, unidad astronómica, año-luz.
	Sistema Solar: modelo geocéntrico y heliocéntrico, estructura y composición.
	Planeta Tierra: características que la hacen habitable (distancia al Sol, rocoso, actividad geológica, luna, campo magnético) y movimientos (rotación, traslación, estaciones, día-noche, equinoccio, solsticio, año).
	Luna: fases, eclipses, mareas.
	Componentes de la Tierra: geosfera, hidrosfera, atmósfera, biosfera.
	Geosfera (corteza, manto y núcleo), relieve (cordillera, dorsal oceánica, talud continental...), minerales y rocas.
	Atmósfera: composición, capa de ozono, estructura, funciones (filtra radiación, efecto invernadero), presión, viento, precipitaciones, clima y tiempo meteorológico, contaminación (calentamiento global, agujero capa de ozono).
	Hidrosfera: ciclo del agua, océano, acuífero, propiedades del agua, importancia para la vida, usos del agua, contaminación (biológica, química, etc., salinización, sobreexplotación...)
	Biosfera: ser vivo, biodiversidad, adaptaciones, sustancias orgánicas e inorgánicas.
BLOQUE 3: LA BIODIVERSIDAD EN EL PLANETA TIERRA	Célula: tipos (procariota o eucariota; animal o vegetal), partes (membrana plasmática, citoplasma, núcleo, material genético, etc.), organización (unicelular o pluricelular; tejido, órgano, sistema y aparato).
	Clasificación seres vivos: taxonomía, especie, reinos (animales, plantas, hongos, protoctistas y moneras).
	Reino animal: características, invertebrados (exoesqueleto) o vertebrados (endoesqueleto), simetría, alimentación (omnívora, carnívora, herbívora), ser humano (bípedo, gran cerebro, pulgar oponible).
	Vertebrados: características; peces (acuáticos, fusiformes, aletas), anfibios (terrestres, extremidades), reptiles (reptación, escamas), aves (alas, pico) y mamíferos (pelo, glándulas, dientes, orejas); regulación temperatura (poiquiloterms y homeoterms);
	Invertebrados: poríferos (filtración, poro), cnidarios (pólipo, tentáculo, cavidad gastrovascular), platelmintos y nematodos (parásitos), anélidos (metamería, quetas), moluscos (cabeza, masa visceral, manto, concha, pie; gasterópodos y cefalópodos), artrópodos (quitina, muda; miriápodos, arácnidos, crustáceos, insectos), equinodermos (aparato y pies ambulacrales).
	Funciones vitales: nutrición (auxótrofa o heterótrofa), relación, reproducción.
	Nutrición: proceso digestivo (ingestión, digestión, absorción, egestión; cavidad atrial, tubo y glándulas digestivas), respiración (celular, branquial, traqueal, pulmonar), transporte (hemolinfa, hidrolinfa, sangre, corazón, vasos conductores), metabolismo, excreción (tubos de Malpighi, riñones, uréteres, vejiga, uretra).
	Relación: estímulo, respuesta, receptores (órganos de los sentidos; térmicos, mecánicos, etc.), sistemas de coordinación (nervioso y endocrino; hormonas, neuronas y nervios), aparato locomotor (músculos y esqueleto).
	Reproducción: asexual (escisión o fragmentación, gemación) o sexual (gameto, gónada, dimorfismo sexual, fecundación, cigoto, embrión, cópula, desarrollo embrionario y postembrionario, metamorfosis).
	Reino plantas: características, sin semilla (musgo, helechos; rizoides, rizoma, etc.), con semilla (espermafitas; gimnospermas y angiospermas; piñas, frutos), importancia en la biosfera.

	Nutrición plantas: órganos vegetales (raíz, tallo y hoja; yemas), fotosíntesis (clorofila), transporte (savia bruta, xilema, savia elaborada, floema), estomas.
	Relación plantas: tropismos (foto-, geo-, hidro-, tigmotropismo), nastias (foto-, termo- quimio-, sismonastias).
	Reproducción plantas: vegetativa (estolón, tubérculo, bulbo, rizoma), esporas, cápsulas, soros, esporangios, flor (estambre, antera, polen; pistilo, estigma, ovario; corola, sépalo, pétalo), fecundación, semilla, albumen, germinación.
	Reino hongos: características (hifa, micelio), clasificación (levaduras, mohos, formadores de setas), papel en la biosfera (biodegradadores, líquen, industria alimentaria, enfermedades).
	Reino protocistas: protozoos (características, flagelos, cilios, pseudópodos, clasificación), algas (características, cloroplastos, clasificación (pardas, rojas y verdes)). Papel en la biosfera: plancton, enfermedades.
	Reino moneras: bacterias, colonias, tipos (cocos, espirilos, bacilos y vibrios), nutrición (saprófitas, parásitas, simbioses), cianobacterias, bipartición, importancia en la biosfera (descomponedoras, flora intestinal, .industria alimentaria, fotosíntesis, enfermedades).

3.4. Metodología

Se propone una metodología de enseñanza-aprendizaje basada fundamentalmente en ABP, combinada con algunas clases magistrales cuya finalidad puede ser tanto la de introducir un tema como cerrarlo, dar una visión sintetizada o unificada del mismo y despejar dudas. El trabajo basado en ABP consistirá principalmente en trabajos de cooperación en grupos, en los que los alumnos buscarán por sí mismos la información que necesiten, o la extraerán de las fuentes o textos que facilite el docente.

El conjunto de la clase debería dividirse, de manera ideal, en grupos de cuatro alumnos. El caso más habitual, sin embargo, será que el número de estudiantes no sea múltiplo de cuatro, con lo que algún grupo podría constar de tres o cinco miembros. Para facilitar la interacción entre los miembros de los distintos grupos se podrían redistribuir los pupitres del aula formando islas, de manera que los miembros de los grupos quedasen organizados en parejas enfrentadas. De esta forma quedaría optimizada al máximo la interacción entre ellos.

La primera semana del curso se destinará a conocerse los alumnos entre ellos (si no se conocieran de antes) y los alumnos y el profesor. Si se diera el caso de que la mayoría de los alumnos se conocieran de la etapa de primaria, el profesor podría realizar un cuestionario de relaciones entre ellos, con el fin de averiguar de manera velada, quienes son los alumnos más brillantes a ojos de sus compañeros, quienes gozan de mayor aprecio, etc. Para darse a conocer al profesor podrían preparar redacciones donde explicaran cosas tales como quienes son, qué les motiva, qué asignaturas se les dan mejor o cuáles son sus aficiones. La primera semana de curso podría dedicarse también a evaluar los conocimientos previos de los alumnos, y sus ideas alternativas, respecto al temario que van a dar durante el curso. De esta manera, junto con la información personal obtenida de los alumnos (redacciones, las presentaciones entre ellos, cuestionario de relaciones), el docente podría hacerse una mejor idea de como organizar los grupos de manera equilibrada, como se ha explicado en el apartado 2.1.2.2 del marco teórico. Por último, esta primera semana podría aprovecharse también para explicar a la clase la metodología que se va a seguir durante todo el curso escolar.

Las actividades que se van a proponer en el próximo apartado, se han concebido según la propuesta de Morón Monge y colaboradores²⁶ (ver apartado 2.1.2.2), diseñadas en función del papel que deben cumplir durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

3.5. Secuencia de actividades

3.5.1. Cronograma anual

La asignatura de Biología y Geología en 1º de la ESO cuenta, para ser impartida, con tres sesiones semanales de cincuenta y cinco minutos cada una. Para diseñar el cronograma de la secuenciación anual de la asignatura, se ha tomado como base el calendario escolar genérico aprobado por el Departamento de Educación del Gobierno de Navarra para el curso 2016-2017⁵⁹. Este calendario establece, para la ESO, los siguientes hitos:

- Las clases no comenzarán antes del nueve de septiembre.
- Las vacaciones de Navidad serán del veintitrés de diciembre al ocho de enero.
- Las vacaciones de Semana Santa empezarán el trece de abril y terminarán el veintitrés de abril.
- Las clases terminarán definitivamente no más tarde del dieciséis de junio.
- El calendario prevé cinco días festivos adicionales en fechas ya fijadas.

Sin conocer con exactitud el número de festivos exactos, ni los días precisos de inicio y fin de las clases, ni tampoco los días de la semana en los que se darían las clases, se hace difícil calcular de cuantos días de clase se dispondría para impartir la asignatura. Aún así, se ha podido calcular, *grosso modo*, que habría unas treinta y seis semanas de clase. A tres sesiones por semana, contaríamos entonces con ciento ocho sesiones de clase.

Para calcular la extensión de cada unidad didáctica, se ha tomado como referencia el libro de Santillana⁴⁵, comprobándose que todas presentan una cantidad de contenido similar, aunque la dificultad varía en cada una de ellas, resultando un poco más abstracto, por decirlo de alguna manera, el bloque 2 y algo más denso y más largo el bloque 3. Por ello, se ha resuelto conceder más sesiones al bloque 3. Las sesiones dedicadas al bloque 1 se darán de manera no lineal, encajadas convenientemente en los bloques 2 y 3. Por el contrario, al bloque 7 se le conceden las sesiones correspondientes a las últimas cuatro semanas de curso, para que puedan preparar adecuadamente el proyecto de investigación destinado a dar respuesta a la pregunta motriz. Por consiguiente, el cronograma de la asignatura podría quedar establecido como refleja la siguiente tabla (tabla 6), descontando la semana inicial de curso, destinada a conocerse, presentar la asignatura y su metodología, y averiguar los conocimientos previos e ideas alternativas.

Observando la tabla 6, se ve que a cada tema, dividiendo a partes iguales, le corresponden aproximadamente tres semanas de clases. Este cálculo, aunque inexacto, es el que se ha tenido en cuenta para preparar los cronogramas más detallados de los bloques 2 y 3 (ver tablas 7 y 8). La semana sobrante sería utilizada para reajustar el cronograma previsto según fuera necesario. De momento, dicha semana se ha asignado al tema cinco, que se imparte entre los bloques 2 y 3. De este modo, y a diferencia del resto de temas, al número cinco le corresponden cuatro semanas en lugar de tres, como puede verse reflejado en los cronogramas específicos de los bloques 2 y 3, correspondiéndole dos semanas en cada bloque (ver tablas 7 y 8).

Tabla 6. Secuenciación anual del currículo de Biología y Geología para 1º de la ESO. Para conocer la correspondencia de los números de los bloques y los temas con su contenido, consultar la tabla 4 de la sección 3.3. La unidad didáctica número cinco, “la biosfera”, sirve de bisagra entre los bloques 2 y 3, por lo que es compartida entre ambos. (+1) indica que las actividades experimentales correspondientes al bloque 1 están integradas en los bloques 2 y 3.

CRONOGRAMA DE LA SECUENCIACIÓN ANUAL											
Bloque	2 (+1)					3 (+1)					7
Tema	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Proyecto
Nº semanas/ sesiones	14/42					17/51					4/12
Meses	Septiembre-Diciembre					Enero-Mayo					Mayo-Junio

3.5.2. Actividades

Las actividades recogidas en los subapartados siguientes no pretenden representar la totalidad de los ejercicios que podrían hacerse durante el curso, sino que solamente pretenden servir como hilo conductor a través del currículo para resaltar los contenidos más importantes a aprender y también para responder a la pregunta motriz. Las distintas actividades se presentan en forma de fichas para facilitar la visualización de los datos relativos a ellas. Las estructuras o técnicas cooperativas planteadas con las actividades han sido extraídas del trabajo realizado por Pujolàs y Lago¹⁷ en el 2010.

Para poder trabajar mediante la metodología de un ABP, con las herramientas que se plantean para algunas actividades y para realizar el proyecto del bloque 7, resulta fundamental contar con ordenadores en el aula. No todos los centros educativos están dotados de la misma manera, y puede ser muy difícil disponer de un ordenador para cada alumno. Si no alcanzan para todos, habría que adaptarse organizando a los estudiantes por parejas o cuartetos (el grupo de trabajo completo). Si se tratara de un centro sin soporte informático, habría que adaptar la propuesta, encargando a los alumnos que realizaran ciertas actividades en casa y en el aula el docente debería traer impreso el material que necesitaría cada grupo para poder trabajar.

Como esta propuesta está diseñada como un ABP, se organiza a los alumnos en grupos y se espera que estos funcionen adecuadamente. Esto quiere decir que los alumnos deben trabajar de manera solidaria, coordinada, compenetrada y cooperativa (en lugar de colaborativa). Para asegurar que los alumnos trabajarán siguiendo estas premisas, con una participación equitativa y regular, resulta conveniente inducir la participación y la interacción entre los miembros de cada grupo utilizando estructuras o técnicas cooperativas en todas las actividades. Es por ello que casi todas las actividades se han diseñado incluyendo una estructura o técnica cooperativa.

3.5.2.1. Actividades de presentación de los alumnos y el docente

Estas actividades están encaminadas a romper el hielo, a que los alumnos empiecen a conocerse y también ser conocidos por el profesor. Considero que esto es fundamental para poder hacer grupos equilibrados y que funcionen durante todo el año. Estas actividades están pensadas para la primera semana del curso.

Actividad 1

Título:	Redacción de presentación
Bloque:	—
Tema:	—
Semana:	1
Sesión:	1
Fase:	—
Estructura o técnica cooperativa:	—
Descripción:	Los alumnos escriben una breve redacción sobre sí mismos que entregan al profesor. En ella deben describir brevemente a su familia, sus aficiones, qué asignaturas les gustan más y cuáles menos, qué esperan de la asignatura y qué les gustaría aprender en ella.

Actividad 2

Título:	La maleta
Bloque:	—
Tema:	—
Semana:	1
Sesión:	2
Fase:	—
Estructura o técnica cooperativa:	—
Descripción:	El profesor trae una maleta con objetos personales (discos, juegos, libros, fotografías, comida, etc.) para darse a conocer a sus alumnos. Al día siguiente, serán los alumnos, libremente, quienes se presenten ante todos de manera similar. Esta actividad resulta innecesaria si prácticamente todos los alumnos se conocen de la etapa de primaria.

Competencias trabajadas mediante este bloque de actividades: comunicación lingüística, competencias sociales y cívicas, conciencia y expresiones culturales.

3.5.2.2. Actividades de evaluación de contenidos previos y detección de ideas alternativas

Se pretende realizar durante la primera semana del curso una prueba de conocimientos previos y alternativos que abarque el temario de todo el curso, sin menoscabo de que puedan hacerse pruebas adicionales sobre temas concretos durante el curso. La prueba general se concibe como un conjunto de distintas actividades que sirvan para que los alumnos puedan expresar su conocimiento de distintas formas, en función de las inteligencias múltiples, y también para que puedan revelarse el máximo de ideas alternativas. Las distintas partes de esta prueba general podrían ser: un glosario de términos, dibujar, realización de crucigramas, preguntas de reflexión, etc. En el anexo 3 pueden encontrarse varias pruebas de ejemplo.

Las ideas alternativas que pueden tener los estudiantes en 1º de la ESO son muchas y variadas^{60,61}. A continuación siguen varios ejemplos:

- La Tierra no ha cambiado desde su formación.

- La Tierra está en el centro del Universo.
- El aire y el oxígeno son lo mismo.
- El agua subterránea fluye como en la superficie, formando ríos y lagos.
- Los huesos están hechos de materia inerte.
- Los descomponedores y los carroñeros son los mismos tipos de seres vivos.

3.5.2.3. Actividades del bloque 2

Habitualmente, los temas dedicados al Sistema Solar y la Tierra en el Universo se han enseñado en el aula con el apoyo del libro de texto, dibujos y esquemas en la pizarra hechos por el profesor y, con suerte, alguna maqueta o vídeo documental. Creo que este planteamiento no permite una comprensión plena del tema ni que los alumnos interioricen bien sus contenidos. Para comprender mejor la magnitud de los elementos que conforman el Sistema Solar y sus características, en el contexto de un ABP, propongo el uso de los recursos sitios en *Procomún* denominados *Sistema Solar*⁶² y *Eclipse*⁶³, y de la aplicación informática *Stellarium*⁶⁴. Al poder “interaccionar” con los cuerpos del Sistema Solar, creo que el aprendizaje de los estudiantes será mucho más significativo de lo que podía ser con las metodologías didácticas del pasado.

Sistema Solar y *Eclipse* son herramientas que permiten conocer los planetas que componen el Sistema Solar, mediante información detallada de cada uno de ellos, y comprender porqué ocurren los eclipses, respectivamente. Son recursos educativos diseñados para la educación primaria y secundaria el primero, y para la etapa de secundaria el segundo, publicados por el Gobierno Vasco bajo una licencia de *Creative Commons* con reconocimiento, uso no comercial y obligatoriedad de compartir igual. *Stellarium* es una aplicación informática que permite una interacción total del usuario con los objetos que forman el Sistema Solar. Con esta herramienta, uno puede situarse como observador en cualquier punto de la Tierra y también en otros cuerpos del Sistema Solar, como la Luna o el Sol. También se puede simular el cielo nocturno de una fecha distinta a la del momento presente, estudiar las constelaciones, los movimientos de rotación, traslación etc.

La finalidad principal del uso de estas herramientas es proporcionar al alumno un entorno virtual de aprendizaje que le permita una mejor comprensión de los contenidos. Comprender bien como se mueven los planetas alrededor del sol, o por qué suceden las estaciones o el día y la noche y los eclipses, por ejemplo, siempre ha sido algo difícil de explicar y comprender mediante los métodos tradicionales. Gracias a las simulaciones y dibujos que ofrecen estas herramientas, la dificultad para comprender este tema se reduce considerablemente. De igual modo, estas herramientas resultan útiles para despertar y alimentar la curiosidad de los estudiantes, aumentando también de esta manera su motivación. Además, al ser ellos mismos los que van accediendo al conocimiento e interaccionando con las simulaciones, se trabaja la competencia de aprender a aprender, que tan importante resulta hoy en día.

La tecnología sugerida contribuye en gran medida a ofrecer una experiencia educativa innovadora a los estudiantes que contrasta radicalmente con la que podía ofrecerse hasta hace, relativamente, pocos años. Así, la presente propuesta innova en el proceso de enseñanza-aprendizaje^{65,66}, en los roles de los agentes¹⁷ (profesor y alumnos), en los contenidos y en las metodologías puesto que mejora y transforma el aprendizaje de los alumnos volviéndolo más eficiente y eficaz⁶⁶. Mediante esta estrategia pedagógica los alumnos tienen un papel más activo y son protagonistas de su proceso de enseñanza-aprendizaje, los contenidos se ven de una manera más

fácil de comprender y asimilar e, incluso, pueden ampliarse al hacerse más eficaz su aprendizaje y al ser el alumno el que maneja las herramientas que le permiten experimentar y conocer, fijando él mismo los límites de su conocimiento^{19,65}. Por tanto, el cambio en la metodología es sustancial, ya que permite alcanzar cotas de conocimiento y comprensión difíciles de cubrir para la mayoría de los alumnos en el pasado. El grado de innovación que supone entonces es una transformación-redefinición, ya que permite la creación de nuevas tareas, previamente inconcebibles⁶⁷.

Las actividades sugeridas para este bloque se han ubicado en el cronograma del curso, en las sesiones concretas donde se cree que podrían realizarse, en función tanto del tiempo necesario para adquirir los contenidos necesarios como del tiempo estimado para efectuarlas (tabla 7).

Tabla 7. Secuenciación en el tiempo de las actividades correspondientes al bloque 2. La tabla muestra la asignación que le corresponde a cada tema en cuanto a semanas y sesiones del curso. De manera excepcional, al tema 5, que sirve de bisagra entre los bloques 2 y 3, se le han asignado cuatro semanas, dos en cada bloque. Cada una de las actividades sugeridas se ha ubicado en una o varias sesiones concretas, valorando tanto el orden en el que deben realizarse (en función de la adquisición de los contenidos por parte de los alumnos) y el tiempo estimado que se requiere para ejecutarlas. (+1) indica que las actividades experimentales correspondientes al bloque 1 están integradas en el bloque 2. A la actividad doce, que es para ser ejecutada en casa, se le ha asignado una sesión para presentar el resultado en clase. La sesión 45, en negro y última destinada al bloque 2, sería la correspondiente al examen de evaluación del primer trimestre (ver apartado 3.6). La tabla se ha desdoblado para facilitar la visualización de su contenido.

CRONOGRAMA DEL BLOQUE 2 (+1)																															
Tema	1									2									3												
Semana	2			3			4			5			6			7			8			9			10						
Sesión	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
Actividad	3	4-5	6		7		8		9	10						10					11		12	13		14	15				
CRONOGRAMA DEL BLOQUE 2 (+1)																															
Tema	4									5																					
Semana	11			12			13			14			15																		
Sesión	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45																
Actividad			16	17																											

Actividad 3

Título:	Conociendo el Universo
Bloque:	2
Tema:	1
Semana:	2
Sesión:	4
Fase:	Introducción
Estructura o técnica cooperativa:	El juego de las palabras
Descripción:	<p>El docente escribe en la pizarra una lista de palabras clave, asignándolas a los grupos de cuatro en cuatro. Si no hay tantas como alumnos se pueden repetir. De esta manera, a cada estudiante le corresponde una palabra, cada grupo se las reparte como quiere, y escribe una frase con esa palabra. A continuación, en orden, cada miembro del grupo enseña la frase a sus compañeros para que sea corregida, matizada, etc. Tras llegar a un consenso con las cuatro frases, todos los grupos comparten sus frases con el resto de la clase.</p> <p>Palabras clave posibles para el tema 1: planeta, estrella, órbita, cometa, asteroide,</p>

	rotación, año, ecuador, eclipse...
Objetivo didáctico:	Esta actividad sirve, al ser de las primeras del curso, para que los estudiantes comiencen a familiarizarse con la dinámica de trabajo cooperativo. Además, sirve para introducir las palabras clave del tema que se va trabajar a continuación y también para detectar ideas alternativas.

Actividad 4

Título:	Estructura y cuerpos que componen el Sistema Solar
Bloque:	2
Tema:	1
Semana:	2
Sesión:	5-6
Fase:	Focalización
Estructura o técnica cooperativa:	Rompecabezas (<i>Jigsaw</i>)
Descripción:	<p>Los estudiantes deben realizar un dibujo del Sistema Solar que incluya las características esenciales de los cuerpos principales (especialmente Marte) que lo componen. Se sugiere la utilización del recurso <i>Sistema Solar</i>⁶², de la plataforma <i>Procomún</i>.</p> <p>La técnica del rompecabezas consiste en que los miembros del grupo se reparten el trabajo, de modo que cada uno de ellos se encarga de una parte distinta a la del resto, siendo el “experto” de su grupo en ese tema. Cada experto recaba la información que necesita de manera independiente y luego se reúne con los expertos de su mismo tema de otros grupos para comparar y consensuar la información que han recabado. Tras esto, cada experto vuelve con su grupo original y transmite lo que ha aprendido a sus compañeros. Por ejemplo, el reparto podría ser el siguiente: el Sol, la Luna y los cometas; los planetas rocosos; los planetas gaseosos; el cinturón de Kuiper, el cinturón de asteroides y la nube de Oort.</p>
Objetivo didáctico:	Aprender la composición y la estructura del Sistema Solar, especialmente las características de Marte.

Actividad 5

Título:	Las teorías Geocéntrica y Heliocéntrica
Bloque:	2
Tema:	1
Semana:	2
Sesión:	5-6
Fase:	Focalización
Estructura o técnica cooperativa:	Rompecabezas por parejas dentro del grupo
Descripción:	<p>Hacer un esquema-dibujo explicativo de las teorías Geocéntrica y Heliocéntrica. Variante del ejercicio anterior. Dos miembros de cada grupo se encargan de la misma teoría, consensuando solamente entre ellos la información encontrada.</p>
Objetivo didáctico:	Comprender la evolución histórica que ha sufrido el conocimiento de nuestro entorno cercano del Universo.

Actividad 6

Título:	Conociendo los engranajes del Universo
Bloque:	2
Tema:	1
Semana:	3
Sesión:	7-9
Fase:	Focalización
Estructura o técnica cooperativa:	Rompecabezas (<i>Jigsaw</i>)
Descripción:	<p>Utilizando el recurso <i>Eclipse</i>⁶³ y <i>Stellarium</i>⁶⁴, se pide a los alumnos que: 1) averigüen, tomando como referencia la Tierra, cuánto tardan los planetas del Sistema Solar en dar una vuelta completa alrededor del Sol y que razonen si el resultado casa con lo que esperaban; 2) estudien las lunas de Marte, ubicando su posición y determinando la trayectoria y duración de sus tránsitos orbitales; 3) obtengan la información y comprendan por qué suceden los eclipses y las fases lunares; 4) estudien un eclipse solar y uno lunar en varios puntos distintos de la Tierra, para que puedan ver como son los eclipses totales y parciales. Los datos los tendrán que presentar mediante una tabla y con capturas de pantalla, tanto de vídeo como de imagen. Para la captura de vídeo se sugiere la utilización del programa informático <i>Camtasia</i>⁶⁸.</p> <p>El objetivo es que se familiaricen con los conceptos de rotación, traslación, eclipse, fase lunar. Las tablas con los datos recogidos y las capturas de pantalla se podrían compartir mediante Google Docs y Drive, respectivamente. El profesor suministraría los enlaces para que los alumnos usasen dichos recursos.</p>
Objetivo didáctico:	Conocer los movimientos, y sus consecuencias (eclipses), de los astros en el espacio. Familiarizarse con el manejo de herramientas informáticas.

Actividad 7

Título:	¡Viajemos por las estrellas!
Bloque:	2
Tema:	1
Semana:	4
Sesión:	10
Fase:	Resumen
Estructura o técnica cooperativa:	—
Descripción:	Visita guiada al planetario de Pamplona.
Objetivo didáctico:	Afianzar los conocimientos adquiridos, aprender sobre las constelaciones y el origen del zodiaco, contemplar el cielo nocturno del polo sur, entre otras cosas.

Actividad 8

Título:	Mapas conceptuales sobre la Tierra en el Universo
Bloque:	2
Tema:	1
Semana:	4
Sesión:	12

Fase:	Resumen
Estructura o técnica cooperativa:	Mapa conceptual a cuatro bandas
Descripción:	<p>Se trata de realizar un resumen de la primera unidad didáctica del curso mediante mapas conceptuales, para identificar los conceptos importantes entre sí, saber definirlos y relacionarlos entre sí. En el anexo 4 se pueden encontrar a modo de ejemplo dos mapas conceptuales que resumen el primer tema.</p> <p>La técnica del mapa conceptual a cuatro bandas consiste en que cada miembro del grupo elabora por su cuenta una parte del mapa. Luego ponen en común la parte que ha preparado cada uno de ellos, creando el borrador del mapa final. Entre todos repasan la coherencia del mapa resultante y lo retocan hasta llegar a su versión definitiva.</p>
Objetivo didáctico:	Afianzar los conocimientos adquiridos a la vez que se aprende a consolidar el conocimiento en grupo, con las aportaciones de todos. Conocer las características que hacen de la Tierra un planeta habitable.

Actividad 9

Título:	Viaje al centro de la Tierra ²⁶
Bloque:	2
Tema:	2
Semana:	5
Sesión:	13
Fase:	Introducción
Estructura o técnica cooperativa:	Lluvia de ideas y el folio giratorio
Descripción:	<p>Se trata de una actividad doble destinada a comenzar el segundo tema del curso. Se comienza mediante una serie de preguntas de reflexión, respuesta en grupo mediante la técnica del folio giratorio y participación oral libre. Las preguntas formuladas deben suscitar la reflexión y la discusión sobre la posibilidad de llegar al centro de la Tierra, si existen seres vivos en su interior, si son los mismos que en la superficie, si pueden ser fósiles vivientes de épocas pasadas, qué fuentes de luz puede haber, etc. En una segunda fase se realiza una lectura de fragmentos seleccionados del libro de Julio Verne⁶⁹ citado en el título de la actividad. Tras la lectura se hace un análisis de cómo resuelve el autor los problemas para llegar al centro de la Tierra y si es posible encontrar vida en su interior, utilizando de nuevo la técnica del folio giratorio.</p> <p>Esta técnica consiste en que uno de los miembros del grupo escribe su aportación en un folio. A continuación, le pasa el folio al siguiente compañero que se encuentre en el sentido de giro de las agujas del reloj para que escriba su parte, y así sucesivamente hasta que todos los miembros del grupo hayan participado.</p>
Objetivo didáctico:	Reflexión sobre los conocimientos previos y lectura comprensiva. Seguir aprendiendo técnicas de trabajo cooperativo.

Actividad 10

Título:	La composición y estructura de la Tierra
Bloque:	2
Tema:	2
Semana:	5 y 7
Sesión:	15 y 19

Fase:	Focalización
Estructura o técnica cooperativa:	Rompecabezas (<i>Jigsaw</i>)
Descripción:	Realización de: 1) Una ilustración de las capas de la Tierra, añadiendo las características principales de cada una de ellas. 2) Una tabla-resumen con las definiciones y la clasificación de las rocas y los minerales.
Objetivo didáctico:	Conocer la estructura interna de la Tierra. Importante para poder distinguirla de la de Marte, que carece de actividad geológica importante.

Actividad 11

Título:	Las capas de la atmósfera
Bloque:	2
Tema:	3
Semana:	8
Sesión:	24
Fase:	Focalización
Estructura o técnica cooperativa:	Rompecabezas (<i>Jigsaw</i>)
Descripción:	Realización de una ilustración de las capas de la atmósfera, añadiendo las características principales de cada una de ellas y su composición.
Objetivo didáctico:	Aprender las características de nuestra atmósfera permitirá poder compararla con la de Marte, pudiendo comprender porqué la atmósfera de Marte no es adecuada para cobijar y preservar vida como en la Tierra.

Actividad 12

Título:	Controlando el efecto invernadero desde casa
Bloque:	2
Tema:	3
Semana:	9
Sesión:	25
Fase:	Focalización
Estructura o técnica cooperativa:	—
Descripción:	Revisar en casa los componentes de todos los botes de aerosol para comprobar si tienen CFCs en su composición.
Objetivo didáctico:	Comprobar que la concienciación es importante y tiene efectos en la legislación.

Actividad 13

Título:	Practicando PISA con el cambio climático
Bloque:	2
Tema:	3
Semana:	9

Sesión:	27
Fase:	Focalización
Estructura o técnica cooperativa:	Lápices al centro
Descripción:	<p>Actividad que consiste en visualizar un vídeo contenido en <i>Youtube</i> sobre el cambio climático y a continuación responder a una serie de preguntas siguiendo el formato de las pruebas PISA. En el anexo 5 se encontrará el material concerniente a esta actividad.</p> <p>La técnica cooperativa de lápices al centro consiste en que cada estudiante del grupo, por turnos, se hace cargo de una pregunta de la lista. Cada encargado debe ser el primero en opinar sobre la posible respuesta de esa pregunta, y a continuación pregunta la opinión a sus compañeros y discutiendo entre todos deben decidir cuál es la respuesta correcta. Es importante que todos participen y aporten para que sea una actividad cooperativa. Durante la discusión grupal en cada pregunta, los lápices se dejan en la mesa, para escenificar que es momento de hablar y no de escribir (de ahí su nombre). Cuando llegan a un consenso, pueden volver a coger los lápices y escribir la respuesta que han elegido.</p>
Objetivo didáctico:	Conocer la problemática asociada al cambio climático y familiarizarse con el tipo de pruebas que se suelen realizar para PISA.

Actividad 14

Título:	¿Es el CO ₂ un gas que provoca efecto invernadero?
Bloque:	1 y 2
Tema:	3
Semana:	10
Sesión:	28
Fase:	Resumen (aplicación del conocimiento)
Estructura o técnica cooperativa:	—
Descripción:	Práctica de laboratorio en la que podrán comprobar de primera mano como el dióxido de carbono produce efecto invernadero. En el anexo 6 se puede consultar el protocolo de esta práctica, que está estructurado en forma de V de Gowin.
Objetivo didáctico:	<p>Se ha elegido el formato de V de Gowin porque es de gran valor pedagógico y se puede aprovechar la oportunidad que presenta esta práctica para introducir a los alumnos en el manejo de esta herramienta pedagógica.</p> <p>Familiarizarse con el trabajo de laboratorio.</p>

Actividad 15

Título:	Mapa conceptual sobre la atmósfera
Bloque:	2
Tema:	3
Semana:	10
Sesión:	30
Fase:	Resumen
Estructura o técnica cooperativa:	Mapa conceptual a cuatro bandas

Descripción:	Se trata de realizar un resumen mediante un mapa conceptual de la unidad didáctica número tres, para identificar los conceptos importantes entre sí, saber definirlos y relacionarlos entre sí. En el anexo 7 se puede encontrar a modo de ejemplo un mapa conceptual que resume este tema.
Objetivo didáctico:	Afianzar los conceptos y contenidos de esta unidad didáctica.

Actividad 16

Título:	El ciclo del agua
Bloque:	2
Tema:	4
Semana:	11
Sesión:	33
Fase:	Focalización
Estructura o técnica cooperativa:	El folio giratorio
Descripción:	Entre todos, dibujar el ciclo completo del agua. El dibujo se puede completar con las explicaciones y aclaraciones que consideren necesarias.
Objetivo didáctico:	Comprender bien el ciclo del agua permitirá a los estudiantes saber cómo deberían ser las características de Marte para que pudiera darse en él este ciclo de manera completa. Igualmente, les permitirá intuir lo profunda que debería ser entonces la terraformación marciana.

Actividad 17

Título:	La contaminación: causas, consecuencias y papel del ser humano
Bloque:	2
Tema:	3 y 4
Semana:	12-13
Sesión:	35-38
Fase:	Focalización
Estructura o técnica cooperativa:	Los grupos de investigación
Descripción:	<p>Se trata de realizar un trabajo de investigación en grupo sobre la contaminación, analizando los elementos incluidos en el título y que debe concluir con el planteamiento de estrategias para reducir o evitar la contaminación. Los alumnos entregarán un documento escrito al profesor y además realizarán un vídeo de cinco minutos que se expondrá en clase. El vídeo debe contener los puntos más importantes del documento escrito. El vídeo puede ser realizado como quieran pero debe cumplir con el requisito de que participen todos los miembros del grupo.</p> <p>Esta técnica cooperativa es muy parecida a la del rompecabezas, pero el profesor ayuda a delimitar los subtemas de estudio y asesora a los alumnos durante su realización. No se hace reunión de expertos de los distintos grupos porque no hay necesidad de consensuar, cada grupo puede identificar distintos elementos y alcanzar sus propias conclusiones.</p>
Objetivo didáctico:	<p>Concienciar a los alumnos sobre el problema que supone la contaminación, y que es algo que habría que tener en cuenta también al colonizar Marte.</p> <p>Familiarizarse con las técnicas de la comunicación audiovisual.</p>

En este bloque se trabajan todas las competencias (ver tabla 10).

3.5.2.4. Actividades del bloque 3

Para esta sección se han preparado menos actividades que para la anterior. Ello se debe a dos motivos: 1) que en el bloque 2 se desarrollan los elementos más importantes para poder responder a la pregunta motriz; 2) la mayoría de actividades planteadas para el bloque 3 son más largas, ya que consisten en trabajar de manera coordinada para buscar y organizar los contenidos de los distintos temas.

Estas actividades, están diseñadas de tal manera que los alumnos, con la experiencia acumulada al realizar el bloque 2, funcionen de manera totalmente autónoma, sabiendo buscar eficientemente la información que necesitan y con una adecuada autorregulación.

A diferencia del bloque anterior, los contenidos de esta parte del currículo pueden comprenderse más fácilmente sin la ayuda de aplicaciones informáticas específicas. Aún así, he realizado una búsqueda en diversas plataformas como *Procomún* o *Educalab* sin haber encontrado ningún recurso informático que me pareciera realmente innovador o bueno para enseñar algún conocimiento concreto. La mayoría eran del tipo *Webquest* o proyectos cooperativos. Ya que la última parte del curso se va a destinar al proyecto de la colonización de Marte, y a que las tareas planteadas ya son cooperativas de por sí, me ha parecido redundante añadir más tareas del tipo proyecto cooperativo.

Las actividades elegidas para este apartado sirven para subrayar los contenidos fundamentales que los estudiantes necesitan conocer para saber qué clase de vida podría haber en Marte hoy día, y de la terrestre cuál podría sobrevivir más fácilmente allí y cuál necesitaría asistencia artificial. Así, estas actividades permitirán aprender a los alumnos las características y requisitos más importantes para vivir de los seres vivos de nuestro planeta.

Las actividades sugeridas para este bloque se han ubicado en el cronograma del curso, en las sesiones concretas donde se cree que podrían realizarse, en función tanto del tiempo necesario para adquirir los contenidos necesarios como del tiempo estimado para efectuarlas (tabla 8).

Tabla 8. Secuenciación en el tiempo de las actividades correspondientes al bloque 3. La tabla muestra la asignación que le corresponde a cada tema en cuanto a semanas y sesiones del curso. De manera excepcional, al tema 5, que sirve de bisagra entre los bloques 2 y 3, se le han asignado cuatro semanas, dos en cada bloque. Cada una de las actividades sugeridas se ha ubicado en una o varias sesiones concretas, valorando tanto el orden en el que deben realizarse (en función de la adquisición de los contenidos por parte de los alumnos) y el tiempo estimado que se requiere para ejecutarlas. (+1) indica que las actividades experimentales correspondientes al bloque 1 están integradas en el bloque 3. Las sesiones 69 y 96, en negro, serían las correspondientes a los exámenes de evaluación del segundo y tercer trimestre (ver apartado 3.6). La tabla se ha desdoblado para facilitar la visualización de su contenido.

CRONOGRAMA BLOQUE 3 (+1)																											
Tema	5						6										7										
Semana	16			17			18			19			20				21			22			23				
Sesión	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69			
Actividad		18				19			20								21										
CRONOGRAMA BLOQUE 3 (+1)																											
Tema	8									9									10								
Semana	24			25			26			27			28			29			30			31			32		
Sesión	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
Actividad	22						23						24					25				26					

Actividad 18

Título:	La célula: la unidad básica de la vida
Bloque:	3
Tema:	5
Semana:	16
Sesión:	47-48
Fase:	Focalización
Estructura o técnica cooperativa:	Rompecabezas (<i>Jigsaw</i>)
Descripción:	En esta actividad los miembros del grupo deben dibujar y hallar las características básicas de las células procariotas, animales y vegetales. El cuarto miembro debe describir los niveles de organización celular.
Objetivo didáctico:	Aprender las características básicas de la vida microscópica (la más probable que exista en Marte en la actualidad) y de la organización de los organismos pluricelulares.

Actividad 19

Título:	Repaso del tema 5
Bloque:	3
Tema:	5
Semana:	17
Sesión:	51
Fase:	Resumen
Estructura o técnica cooperativa:	Cadena de preguntas
Descripción:	Se trata de repasar los contenidos fundamentales del presente tema. Esta técnica consiste en que cada grupo dispone de tres minutos para pensar una pregunta relativa al tema. Pasados los tres minutos, el portavoz del grupo formulará la pregunta al grupo que venga a continuación, el cual debe responderla. Si no es capaz de hacerlo, pedirá ayuda al resto de grupos. Si durante la cadena se repite una pregunta, esta es saltada y se pasa a la siguiente pregunta. Cuando se cierra la cadena, se vuelve a disponer de tres minutos para pensar una nueva ronda de preguntas y comenzar otra cadena. Las preguntas que se planteen deben ser aquellas que los alumnos creen que pueden salir en el examen y tienen que servir para realizar repaso completo del tema.
Objetivo didáctico:	Afianzar los conocimientos adquiridos.

Actividad 20

Título:	Los vertebrados
Bloque:	3
Tema:	6
Semana:	18-20
Sesión:	54-59
Fase:	Focalización-Resumen
Estructura o técnica	Rompecabezas (<i>Jigsaw</i>)-Mapa conceptual a cinco bandas

cooperativa:	
Descripción:	<p>Para esta actividad doble la clase se va a reorganizar de manera puntual en nuevos grupos de cinco miembros, aprovechando que los vertebrados se dividen en cinco grupos de animales: peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Se pretende así que los alumnos se habitúen a trabajar en condiciones de trabajo cambiantes, como puede suceder en el trabajo, donde se dan muchas veces continuos cambios en la composición de las plantillas.</p> <p>Cada experto se encargará de uno de los cinco grupos, realizando una tabla-resumen con las características más importantes de su grupo. A continuación los miembros de cada grupo crearán un mapa conceptual a cinco bandas para cada una de las cinco tablas-resumen.</p>
Objetivo didáctico:	Conocer las características más importantes de los vertebrados, y sus requisitos para la vida, importante para el proyecto del bloque 7.

Actividad 21

Título:	Los invertebrados
Bloque:	3
Tema:	7
Semana:	21-22
Sesión:	62-66
Fase:	Focalización
Estructura o técnica cooperativa:	Rompecabezas (<i>Jigsaw</i>)
Descripción:	<p>En esta actividad se vuelve a los grupos habituales de cuatro miembros. Los invertebrados se van a agrupar y asignar de la siguiente manera: a) poríferos + cnidarios (1 experto), equinodermos (1 experto), platelmintos + nematodos + anélidos (pareja de expertos); b) moluscos (pareja de expertos) y artrópodos (pareja de expertos).</p> <p>Cada grupo se encargará de buscar información del conjunto a) o del conjunto b), con la distribución de subconjunto-experto ya mostrada. De este modo, la mitad de la clase habrá trabajado el conjunto a) y la otra mitad el conjunto b). Cada mitad de la clase deberá preparar una presentación con apoyo de las TICs (powerpoint, prezi, etc.). Para ello, cada subgrupo de expertos preparará su parte, y luego ensamblarán las partes de todos en una única presentación para el conjunto a) y otra para el conjunto b). Cada presentación será expuesta en clase por uno o varios alumnos, como decidan entre ellos, de tal modo que los que han preparado el conjunto a) puedan aprender el contenido del conjunto b) y viceversa.</p>
Objetivo didáctico:	Conocer las características más importantes de los invertebrados. Familiarizarse con el uso de las TICs y habituarse a hablar en público.

Actividad 22

Título:	La función de nutrición
Bloque:	3
Tema:	8
Semana:	24
Sesión:	70-72
Fase:	Focalización
Estructura o técnica	Rompecabezas (<i>Jigsaw</i>)

cooperativa:	
Descripción:	Para este ejercicio se vuelven a disolver los grupos habituales de trabajo y se reorganiza la clase en nuevos grupos de tres miembros. Así se vuelve a trabajar la adaptación a entornos nuevos de trabajo, pero también sirve para estrechar los lazos con toda la clase al favorecerse nuevas interacciones continuamente. En esta actividad, los temas a elegir por los expertos son: el proceso digestivo, la respiración y la circulación + la excreción.
Objetivo didáctico:	Aprender los rudimentos de la nutrición de los animales. Importante a la hora de confeccionar el proyecto del bloque 7.

Actividad 23

Título:	Disección
Bloque:	1 y 3
Tema:	8
Semana:	26
Sesión:	76-77
Fase:	Resumen (aplicación del conocimiento)
Estructura o técnica cooperativa:	—
Descripción:	Práctica doble de laboratorio donde se va a proceder a la disección de una lombriz de tierra, para estudiar su aparato digestivo, y de un corazón, como órgano principal del aparato circulatorio. En el anexo 8 se pueden encontrar los guiones de ambas experiencias prácticas.
Objetivo didáctico:	Familiarizarse con el trabajo de laboratorio. Conocer de manera práctica y empírica la anatomía del aparato digestivo y la anatomía y el funcionamiento del corazón.

Actividad 24

Título:	Las plantas
Bloque:	3
Tema:	9
Semana:	28-29
Sesión:	82-86
Fase:	Focalización-Resumen
Estructura o técnica cooperativa:	Rompecabezas (<i>Jigsaw</i>)-Mapa conceptual a cuatro bandas
Descripción:	Para esta actividad doble la clase se va a dividir en los grupos de rutina de cuatro miembros. Los temas de trabajo serán: la nutrición, función de relación, reproducción vegetativa y de plantas sin semillas, reproducción de plantas con semillas. El tipo de tareas a realizar son como las del ejercicio veinte.
Objetivo didáctico:	Este tema es muy importante en sí mismo (aprender como se alimentan, crecen y se reproducen las plantas) y también para el bloque 7: una terraformación de Marte pasa necesariamente porque nuestras plantas puedan adaptarse y crecer allí, fundamentales para la producción de oxígeno y alimentos.

Actividad 25

Título:	Los reinos microscópicos
Bloque:	3
Tema:	10
Semana:	30-31
Sesión:	88-92
Fase:	Focalización-Resumen
Estructura o técnica cooperativa:	Rompecabezas (<i>Jigsaw</i>)-Mapa conceptual a cuatro bandas
Descripción:	Para esta actividad doble la clase se organiza en los grupos de cuatro miembros asignados a principio de curso. Los temas de trabajo serán: hongos, protozoos, algas y moneras. El tipo de tareas a realizar son como las de los ejercicios veinte y veinticuatro.
Objetivo didáctico:	Este tema es de gran importancia puesto que estos seres vivos pueden ser muy parecidos a los que pueda haber en Marte actualmente. También es relevante porque permite a los alumnos concienciarse del riesgo para la salud que podría suponer para unos hipotéticos colonos que hubiera microorganismos en Marte.

Actividad 26

Título:	Pan y microscopio
Bloque:	1 y 3
Tema:	10
Semana:	31
Sesión:	93
Fase:	Resumen (aplicación del conocimiento)
Estructura o técnica cooperativa:	—
Descripción:	Práctica de laboratorio que consta de dos partes: 1) En la primera se van a ver a través del microscopio una muestra de agua de un estanque o similar, y levaduras. 2) Los alumnos obtendrán una masa de harina fermentada partiendo solamente de harina integral y agua. En el anexo 9 se puede consultar el protocolo entero de la segunda parte de la actividad y de la observación al microscopio de las levaduras.
Objetivo didáctico:	Familiarizarse con las distintas formas que puede adoptar la vida microscópica (visualización al microscopio), con el manejo de instrumentos científicos (microscopio), y ver el provecho que se puede sacar de los microorganismos para producir alimentos.

En este bloque se trabajan nuevamente todas las competencias, incluyendo la de “conciencia y expresiones culturales” con el diseño de los mapas conceptuales, y más todavía, si se añaden actividades como dibujos (ver tabla 10).

3.5.2.5. Actividades del bloque 7

La actividad estrella de este bloque será un proyecto de investigación que para poder llevarlo a cabo deberán aplicar sus conocimientos, completándolos con una búsqueda adicional de

información. Dicho proyecto debe dar respuesta a la pregunta motriz planteada: *¿Por qué no es habitable Marte y cómo podríamos conseguir vivir en él?*

Este bloque lo trabajarán los grupos de cuatro alumnos establecidos al inicio del curso ya que, al haber trabajado juntos casi todo el año, serán los mejor compenetrados para llevar a cabo el proyecto que se plantea. La estructura cooperativa que mejor se adapta a la manera que tendrán que trabajar es la de “los grupos de investigación”.

Lo que deben investigar y averiguar los alumnos para poder desarrollar el proyecto adecuadamente es:

- Características de Marte.
Para determinar su parecido con la Tierra y si podría ser un buen candidato para una eventual colonización. Esta información sirve de base para el siguiente punto.
- Según el estándar que establecen las condiciones de habitabilidad de la Tierra, determinar las condiciones de habitabilidad de Marte.
Para conocer la factibilidad de su colonización y los retos que plantearía. Con esta información se puede responder a la primera mitad de la pregunta motriz.
- Si ha existido en el pasado, o podría haber en el presente, vida en Marte.
Es importante porque ilustra mejor cuáles son las condiciones de habitabilidad de dicho planeta. También porque si hubiera vida cuando llegara el ser humano habría que valorar si podría suponer un riesgo para la salud de los colonizadores y al contrario, si una eventual colonización podría afectar a la vida marciana.
- Concepto de terraformación y principales planes de aplicación en Marte.
Para documentarse y coger ideas para elaborar su propio proyecto de colonización.
- Las misiones de exploración espacial llevadas a cabo en Marte.
Para conocer en qué fase se encuentra actualmente la exploración de Marte y vislumbrar lo cerca o lejos que sigue estando enviar una misión tripulada.
- Proyectos actuales o de futuro, tanto privados como de agencias gubernamentales, de colonización marciana.
Para conocer los retos que plantea y como se planea resolverlos, es decir, para documentarse y coger ideas para elaborar su propio proyecto de colonización.

Para contestar a la pregunta motriz, los alumnos deben recabar toda la información requerida, elaborarla, sintetizarla y utilizarla de base para elaborar su propia propuesta de colonización marciana. Esta propuesta debería contemplar:

- Número de colonos a enviar.
- Qué profesiones, habilidades o conocimientos deberían tener.
- Tipo de colonización: asentamiento en módulos de aislamiento o por medio de la terraformación de Marte. En caso de terraformar el planeta, ¿cuál sería su estrategia y por qué?

- Características del asentamiento. Especificar las fuentes de energía, alimentación, aire respirable, etc. Detallar también los planes para evitar la contaminación de Marte.
- Misión de la colonia marciana: propósito y objetivos.

Si la madurez de los alumnos y el tiempo restante de curso disponible lo permitieran, podría añadirse el siguiente hito:

- Aspectos éticos, sociológicos, políticos y biológicos que supondría la colonización de otros mundos.

Ampliación de la propuesta para ser abordada de manera somera, para abrir horizontes a los alumnos y animarles a reflexionar sobre las consecuencias posibles de los actos humanos y de los avances científicos en el contexto de la colonización de otro mundo.

Deberían abordarse las siguientes cuestiones:

- Legitimidad del gasto que supondría una colonización frente al problema del hambre en el mundo.
- Derecho a terraformar otros mundos.
- Valorar el riesgo de contacto con nuevos patógenos que podrían poner en riesgo la vida en la Tierra.
- Licitud de crear cíborgs o modificar genéticamente a los seres humanos para facilitar su adaptación a nuevos mundos.
- Reglas de convivencia, obligaciones de los colonos, reparto del trabajo, etc.
- Sistema de gobierno de la colonia: democrático, totalitario, dependiente o independiente de la Tierra, etc.
- Derechos de colonización: ¿Quién puede colonizar Marte? ¿De qué países podrían proceder los colonos? ¿Sólo de los países que lo financiaran? ¿Podrían hacerlo corporaciones privadas? ¿Podría haber ciudadanos de segunda categoría en función de su país de procedencia? En el caso de que hubiera varias colonias procedentes de distintos países de la Tierra, ¿deberían colaborar? ¿Deberían funcionar como una sola o regirse como comunidades independientes como sus países de origen en la Tierra?

Para poder contar con los rudimentos necesarios para esbozar mínimamente estas cuestiones en el proyecto, supondría una gran ventaja contar con la participación especial de los profesores de las asignaturas de Valores Éticos, Geografía e Historia, y Filosofía.

Los grupos de trabajo deberían entregar el trabajo de manera escrita y realizar una exposición oral de cinco a siete minutos de duración con ayuda de las TICs. En caso de incluirse la parte ética y socio-política, podría organizarse un debate en clase siguiendo la técnica conocida como “opiniones enfrentadas”. Los puntos a debatir serían los siguientes:

- Sistema de gobierno de la colonia: democracia versus totalitarismo.
- Derechos de colonización: todos los países de la Tierra versus sólo los ricos.

La técnica de las “opiniones enfrentadas” consiste en dividir la clase en tres grupos de trabajo: A) a favor de una de las posiciones, B) a favor de la contraria, y C) moderador y conclusiones. Cada grupo busca argumentos para defender su posición y para restar validez a la contraria. Los grupos A) y B) organizarán la información para debatir con eficacia y el grupo C) preparará la conducción del debate y planteará las cuestiones para introducir el tema y formular el debate. Ordenará también las intervenciones y cerrará el debate con las últimas opiniones de síntesis.

3.5.2.5.1. Actividades complementarias del bloque 7

Diseñadas para ayudar a los alumnos a ambientarse con el proyecto. Puede verse su temporalización en el cronograma de la tabla 9.

Tabla 9. Secuenciación en el tiempo de las actividades correspondientes al bloque 7. La tabla muestra la asignación de actividades complementarias a cada sesión y semana de las destinadas a este bloque. La sesión 97, primera de este bloque, se destina a visualizar parte de la película “Marte” (actividad 27). Si hubiera sesiones sobrantes de los bloques anteriores, podrían usarse en este bloque para ver la película en su totalidad. Las sesiones 107-108, en negro, serían las correspondientes a la entrega de los trabajos y exposición oral en clase (ver apartado 3.6). Todas las sesiones, salvo la 97 y las 107-108, se usarán para trabajar en el proyecto de este bloque, destinado a responder a la pregunta motriz. Si hubiera tiempo para realizar el debate, este podría efectuarse en la sesión 106.

CRONOGRAMA DEL BLOQUE 7												
Semana	33			34			35			36		
Sesión	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
Actividad	27	28	28	28	28	28	28-29	28	28	28	28	28

Actividad 27

Título:	Marte
Bloque:	7
Tema:	—
Semana:	33
Sesión:	97
Fase:	Introducción
Estructura o técnica cooperativa:	—
Descripción:	<p>Visualización, o parte de ella según el número de sesiones disponibles, de la película “Marte (<i>The Martian</i>)⁷⁰”, de Ridley Scott. Es una película ambientada en una misión tripulada a Marte, en la que uno de los astronautas se ve obligado a sobrevivir solo al quedar abandonado por accidente. Esta película recrea muy bien las condiciones actuales y el paisaje marcianos. Además plantea la utilización de un cultivo de patatas como fuente de obtención de alimento.</p> <p>Para conocer la utilidad y conveniencia de emplear una película como recurso didáctico para la enseñanza de las Ciencias Naturales recomendando consultar el excelente TFM realizado por Alejandra Uriz²⁸.</p> <p>En el anexo 10 se halla una ficha técnica de la película⁷⁰.</p>
Objetivo didáctico:	<p>Considero que visualizar esta película puede constituir un buen punto de partida para comenzar el bloque 7, ya que permite a los alumnos hacerse cargo de las duras condiciones que debería soportar una colonia estable en Marte. Además, la película ilustra muy bien los módulos de habitación utilizados, la tecnología necesaria y los retos que supone viajar a Marte hoy día y establecerse allí, lo que puede permitir a los estudiantes preparar mejor la propuesta de colonización.</p>

Actividad 28

Título:	Reportando desde Marte
Bloque:	7
Tema:	—
Semana:	33-36
Sesión:	98-106
Fase:	Focalización
Estructura o técnica cooperativa:	—
Descripción:	<p>Este ejercicio consiste en simular que los alumnos forman parte de una colonia establecida en Marte y mantienen informados a sus seguidores en la Tierra de sus avatares diarios. Para ello, los alumnos van a servirse de las redes sociales, especialmente <i>Twitter</i>⁷¹, que es una herramienta de comunicación muy utilizada hoy en día tanto por personas como por diversas empresas o instituciones para tener a sus seguidores al corriente de sus novedades. Los mensajes que se envían están limitados a ciento cuarenta caracteres, por lo que tienen que ser claros y concisos, pero pueden ir acompañados de fotos y vídeos.</p> <p>Cada grupo podría asumir un rol, desde el que enviar un mensaje cada día: equipo de mantenimiento, encargados de las telecomunicaciones con la Tierra, exploradores, equipo médico, cocineros, agricultores-ganaderos, etc.</p>
Objetivo didáctico:	<p>Facilitar a los alumnos la inmersión en el proyecto al simular que forman parte de la colonia. Meterse en el papel puede ayudarles a plantearse mejor los retos y desafíos del día a día en Marte.</p> <p>Enseñarles a desenvolverse en las redes sociales, trabajando la competencia digital.</p>

Actividad 29

Título:	Tomando decisiones difíciles
Bloque:	7
Tema:	—
Semana:	35
Sesión:	103
Fase:	Introducción
Estructura o técnica cooperativa:	—
Descripción:	<p><i>Quandary</i>⁷² es un juego online ambientado en un nuevo planeta en el que se ha establecido una colonia humana. Como pioneros en el planeta, deben enfrentarse a situaciones nuevas y complejas que debe resolver toda nueva sociedad que se constituye. El juego plantea cuatro situaciones con un dilema moral que el jugador, como capitán de la colonia, debe resolver. Para ello debe atender las demandas de todas las partes involucradas y tomar la decisión que crea más conveniente sabiendo que no podrá satisfacer las necesidades de todos.</p> <p>A este juego se puede jugar tanto en inglés como en español, así que podría plantearse también como colaboración con la asignatura de inglés, normalmente, Primera Lengua Extranjera.</p>
Objetivo didáctico:	<p>La finalidad de utilizar este juego es introducir la parte ética y sociológica del proyecto, para que los alumnos se pongan en situación de lo que puede suponer formar un nuevo asentamiento en un lugar desconocido y alejado de la Tierra.</p>

3.5.2.5.2. Actividades de colaboración con otras asignaturas

Diseñadas para ayudar a los alumnos a involucrarse más con el proyecto y también para trabajar mejor algunas competencias y capacidades, contando con la ayuda de profesores mejor preparados para ayudarles con ellas. Si se pudiera llegar a un consenso con los profesores, se podría plantear un ABP conjunto entre varias asignaturas en lugar de colaboraciones puntuales. Creo que ayudaría a dotar de una mayor unidad al proyecto y que además se vería enriquecido.

Estas actividades están pensadas para ser ejecutadas en las sesiones de las asignaturas correspondientes.

Actividad 30. Colaboración con Lengua Castellana y Literatura o Primera Lengua Extranjera

Título:	Explorando Marte
Bloque:	7
Tema:	—
Semana:	La que determine el docente de la asignatura de Lengua Castellana. y Literatura o
Sesión:	Primera Lengua Extranjera.
Fase:	Introducción
Estructura o técnica cooperativa:	Actividad individual
Descripción:	<p>Escribir una redacción desde el punto de vista de astronauta que recorre la superficie marciana en una misión de exploración. Para ello, se sugiere dar primero un paseo virtual por Marte utilizando la aplicación informática <i>Google Earth</i>⁷³. La aplicación debería usarse en casa y la redacción podría hacerse tanto en casa como en clase de la asignatura con la que se colaborase.</p> <p><i>Google Earth</i> permite estudiar el relieve terrestre y visitar cualquier punto de la Tierra, pero de manera más interesante y aplicada al tema presente, se pueden visitar tanto la Luna como Marte y estudiar su superficie, gracias a las fotografías que hay disponibles y a las imágenes proporcionadas por los robots de exploración, en el caso de Marte.</p>
Objetivo didáctico:	Hacer un ejercicio de imaginación para ir introduciendo a los alumnos en el entorno físico de Marte mientras se trabaja la competencia de comunicación lingüística por medio de la expresión escrita.

Actividad 31. Colaboración con Educación Plástica, Visual y Audiovisual

Título:	La vida en Marte
Bloque:	7
Tema:	—
Semana:	La o las que determine el docente de la asignatura de Educación Plástica, Visual y
Sesión:	Audiovisual.
Fase:	Focalización
Estructura o técnica cooperativa:	—
Descripción:	Preparar un cómic sobre la vida diaria de la colonia marciana.
Objetivo didáctico:	Conseguir que una imaginaria colonización de Marte sea algo más tangible y real al desarrollar una historia gráfica del día a día allí, para plantearse mejor los desafíos diarios de vivir en Marte.

Actividad 32. Colaboración con Tecnología

Título:	Construyendo un rover marciano
Bloque:	7
Tema:	—
Semana:	La o las que determine el docente de la asignatura de Tecnología.
Sesión:	
Fase:	Focalización
Estructura o técnica cooperativa:	—
Descripción:	Construir un vehículo de exploración con materiales caseros o fabricados mediante una impresora 3D, tomando como modelo los vehículos Mars Rover de la NASA ⁷⁴ .
Objetivo didáctico:	Conocer las particularidades de estos vehículos que están explorando Marte y divertirse mientras.

En el bloque 7, contando con todas las actividades propuestas, se trabajan nuevamente todas las competencias (ver tabla 10).

3.6. Evaluación

El marco educativo establecido por la LOMCE⁵ determina que la evaluación de los procesos de aprendizaje debe ser:

- Continua, porque debe realizarse durante todo el curso, para que puedan adoptarse medidas de refuerzo educativo en cuanto se detecte su necesidad.
- Formativa, ya que debe servir para mejorar tanto los procesos de enseñanza como los de aprendizaje.
- Integradora, puesto que debe permitir la consecución de los objetivos acordados para la etapa y del desarrollo de las competencias correspondientes.

La propuesta didáctica elaborada en este TFM, que abarca un curso completo, se caracteriza por estar diseñada en base a un ABP. Como tal, se desarrolla mediante el trabajo diario y continuo de los estudiantes, por lo que su evaluación debe ser continua también. Cuando se plantea una propuesta basada en ABP dejan de tener sentido los sistemas de evaluación basados exclusivamente en la evaluación de los conocimientos adquiridos mediante, por lo general, pruebas escritas. En un escenario de estas características, lo que cobra relevancia es el desempeño de los alumnos para resolver los proyectos propuestos. Para llegar a buen puerto, deben desarrollar una serie de competencias y habilidades, que de otra manera tendrían más difícil desarrollar, véase: capacidad de buscar información de fuentes fiables, cooperar adecuada y solidariamente con sus compañeros, etc. Así, cuando se trabaja en un ABP se desarrollan una serie de habilidades que posibilitan a los educandos desarrollarse de una manera más completa e integral, y si esto no se valora (evalúa) adecuadamente, pierde su sentido y se desorienta a los alumnos. El conocimiento aprendido sigue siendo muy importante, pero lo es tanto como las competencias trabajadas y desarrolladas¹⁷.

El sistema de evaluación que se propone para esta propuesta didáctica es continuo y sumativo. Todo ejercicio, actividad o trabajo realizado, incluyendo las prácticas de laboratorio, sumará

proporcionalmente para la nota final, aunque también habrá lugar para el examen de los conocimientos aprendidos. No obstante, el peso mayor de la nota corresponderá al trabajo desarrollado por los alumnos, para hacer justicia y que su esfuerzo se vea recompensado, suponiendo un 75% de la nota final. En este porcentaje también hay espacio para valorar la participación en clase y la implicación en los grupos. Aunque en principio todas las actividades contarían con el mismo peso en la evaluación, las actividades más largas que contasen con varias fases (búsqueda de información, redacción de un documento escrito y exposición en clase) podrían tener un valor mayor. Las notas de este bloque serían iguales para todos los miembros de cada grupo. Si hubiera alumnos concretos que quisieran subir nota, se les daría la opción de preparar trabajos de ampliación individuales. El 25% restante corresponderá a los exámenes de contenidos (un único examen al final de cada trimestre), que aunque supongan un porcentaje pequeño, deberán superarse para poder aprobar cada trimestre. Además, si los alumnos han trabajado de modo satisfactorio, obteniendo buenas notas de sus actividades, los exámenes podrán servir de incentivo para sacar buena nota de la asignatura. Estos exámenes, huelga decirlo, se realizarán de manera individual. Solamente no sumarán en la evaluación aquellas pruebas destinadas a la valoración de los conocimientos previos y de las ideas alternativas, ni tampoco las realizadas con el conjunto de la clase destinadas a repasar los contenidos antes de un examen (aunque si la implicación y el resultado fueran destacados se podría conceder una bonificación).

A la hora de calificar los logros de los estudiantes, resulta de gran ayuda contar con unos criterios de evaluación. La LOMCE⁵ establece para cada asignatura unos criterios referidos a los contenidos. Sin embargo, en el contexto de esta propuesta me parece conveniente añadir una serie de criterios que permitan la evaluación de las habilidades que necesitan desarrollar y adquirir los alumnos para tener éxito en el trabajo cooperativo en grupo. En la tabla 10 se halla la relación de criterios de evaluación marcados por la LOMCE y los añadidos en función de un ABP, amén de las competencias que se trabajan, para cada uno de los bloques de contenidos recogidos en el currículo.

Tabla 10. Relación de criterios de evaluación recogidos por la LOMCE⁵ y en función de un ABP, junto con las competencias que se trabajan en cada bloque de contenido curricular.

	BLOQUE			
	1.- Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica.	2.- La Tierra en el Universo.	3.- La Biodiversidad en el Planeta Tierra.	7.- Proyecto de investigación.
CRITERIOS DE EVALUACIÓN LOMCE	1. Utilizar adecuadamente el vocabulario científico en un contexto preciso y adecuado a su nivel. 2. Buscar, seleccionar e interpretar la información de carácter científico y utilizar dicha información para formarse una opinión propia, expresarse con precisión y argumentar sobre problemas relacionados con el medio natural y la salud. 3. Realizar un trabajo experimental con ayuda de un guión de prácticas de laboratorio o de	1. Conocer las principales hipótesis sobre el origen del Universo) y la formación y evolución de las galaxias. 2. Exponer la organización del Sistema Solar así como algunas de las concepciones que sobre dicho sistema planetario se han tenido a lo largo de la Historia. 3. Relacionar comparativamente la posición de un planeta en el sistema solar con sus características. 4. Determinar la posición de la Tierra en	1. Conocer los postulados de la teoría celular. Determinar las características que diferencian a los seres vivos de la materia inerte. 2. Describir las funciones comunes a todos los seres vivos. Diferenciar nutrición autótrofa y nutrición heterótrofa. Diferenciar reproducción sexual y asexual. 3. Enumerar ordenadamente las categorías taxonómicas desde reino hasta especie, definir este	1. Planear, aplicar, e integrar las destrezas y habilidades propias del trabajo científico. 2. Elaborar hipótesis y contrastarlas a través de la experimentación o la observación y la argumentación. 3. Utilizar fuentes de información variada, discriminar y decidir sobre ellas y los métodos empleados para su obtención. 4. Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en equipo. 5. Exponer, y defender en público el proyecto de

	<p>campo describiendo su ejecución e interpretando sus resultados.</p>	<p>el Sistema Solar.</p> <p>5. Establecer los movimientos de la Tierra, la Luna y el Sol y relacionarlos con la existencia del día y la noche, las estaciones, las mareas y los eclipses.</p> <p>6. Identificar los materiales terrestres según su abundancia y distribución en las grandes capas de la Tierra.</p> <p>7. Reconocer las propiedades y características de los minerales y de las rocas, distinguiendo sus aplicaciones más frecuentes y destacando su importancia económica y la gestión sostenible.</p> <p>8. Analizar las características y composición de la atmósfera y las propiedades del aire.</p> <p>9. Investigar y recabar información sobre los problemas de contaminación ambiental actuales y sus repercusiones, y desarrollar actitudes que contribuyan a su solución.</p> <p>10. Reconocer la importancia del papel protector de la atmósfera para los seres vivos y considerar las repercusiones de la actividad humana en la misma.</p> <p>11. Describir las propiedades del agua y su importancia para la existencia de la vida.</p> <p>12. Interpretar la distribución del agua en la Tierra, así como el ciclo del agua y el uso que hace de ella el ser humano.</p> <p>13. Valorar la necesidad de una gestión sostenible del agua y de actuaciones personales, así como colectivas, que potencien la reducción en el consumo y su reutilización.</p> <p>14. Justificar y argumentar la importancia de preservar y no contaminar las aguas dulces y saladas.</p>	<p>último taxón y explicar el significado de la nomenclatura binomial que se aplica para nombrar las especies.</p> <p>4. Conocer y aplicar los criterios que sirven para clasificar a los seres vivos en sus diferentes reinos.</p> <p>5. Conocer algunos de los grupos que integran las principales categorías taxonómicas incluidas en los reinos animal y vegetal. Describir las características generales de los organismos que se incluyen en cada uno de los reinos y clasificar en sus taxones correspondientes a algunos de los animales y plantas más comunes.</p> <p>6. Caracterizar a los principales grupos de invertebrados y vertebrados.</p> <p>7. Determinar a partir de la observación las adaptaciones que permiten a los animales y a las plantas sobrevivir en determinados ecosistemas.</p> <p>8. Utilizar claves dicotómicas u otros medios para la identificación y clasificación de animales y plantas.</p> <p>9. Diferenciar los grandes grupos en que se clasifican las plantas, describir la manera en que llevan a cabo sus funciones vitales y reconocer la importancia de estas para la vida.</p>	<p>investigación realizado.</p>
--	--	--	---	---------------------------------

		15. Seleccionar las características que hacen de la Tierra un planeta especial para el desarrollo de la vida.		
CRITERIOS DE EVALUACIÓN ABP	Mostrar sentido de compañerismo y solidaridad. Poseer capacidad de síntesis y reflexión. Saber relacionar e integrar el conocimiento adquirido. Desarrollar espíritu crítico. Desarrollar la capacidad de aprender a aprender.	<p>15. Seleccionar las características que hacen de la Tierra un planeta especial para el desarrollo de la vida.</p> <p>16. Demostrar capacidad de trabajar en equipo, de manera cooperativa y empática. Tener sentido del compañerismo y la solidaridad. Saber escuchar al otro y llegar a consensos. Saber buscar información de fuentes fiables. Saber extraer la información relevante de cualquier soporte, escrito o audiovisual. Poseer capacidad de síntesis y reflexión. Saber ordenar las ideas y el conocimiento, sabiendo plasmarlos adecuadamente mediante resúmenes, esquemas y mapas conceptuales. Saber relacionar e integrar el conocimiento adquirido. Desarrollar la capacidad de aprender a aprender. Comunicar eficientemente, ya sea por medios orales, escritos o audiovisuales. Debatir con respeto, argumentos fundamentados y capacidad para defender las propias ideas, sabiendo reconocer cuando uno está equivocado. Desarrollar espíritu crítico. Desarrollar capacidad de autocritica, autoanálisis y autoevaluación. Comprender y respetar la naturaleza, adquiriendo sensibilidad por el medio ambiente y el desarrollo sostenible. Desarrollar la creatividad personal.</p>		
COMPETENCIAS	Comunicación lingüística. Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología. Competencias sociales y cívicas.	<p>Comunicación lingüística. Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología. Competencia digital. Aprender a aprender. Competencias sociales y cívicas. Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor. Conciencia y expresiones culturales.</p>		

Ante este sistema proporcional de calificaciones cobra una gran importancia, y supone una gran responsabilidad, que el docente supervise muy concienzudamente el trabajo que realizan los alumnos, para asegurarse que trabajan de manera eminentemente cooperativa, y no colaborativa, participando todos los integrantes de los grupos de manera responsable y comprometida. Hay que ser muy estricto con esto para evitar que haya alumnos que aporten muy poco a sus grupos y se beneficien del esfuerzo de sus compañeros, y también de lo contrario, de que haya alumnos muy dominantes que no les guste delegar o escuchar el criterio de los demás. Una herramienta útil para detectar estos casos es habilitar un sistema de evaluación del funcionamiento de los grupos, como puede ser la plantilla recogida en el anexo 1, u otras. En ciertos casos extremos podría ser conveniente establecer evaluaciones anónimas intragrupalas.

Al estar la clase dividida en grupos de trabajo de manera permanente, resulta interesante permitir que los propios alumnos participen del sistema de evaluación, tanto de sus compañeros de otros grupos como de ellos mismos^{17,19}. En la autoevaluación de los grupos resulta conveniente incluir el grado de logro conseguido en cuanto al trabajo cooperativo en sí, es decir, al enseñarles a trabajar de manera cooperativa, y hacerles trabajar de esta manera, cobra sentido que trabajar de manera cooperativa se convierta en un contenido más a evaluar¹⁷. Lo que es evaluado incentiva siempre un mayor aprendizaje. Las actividades más interesantes o adecuadas para ser evaluadas por los propios alumnos resultan aquellas en las que pueden ver, y por tanto evaluar, el trabajo de sus compañeros, como puede ser una exposición oral o un vídeo. Las actividades que fueran evaluadas tanto por el docente como por los alumnos, la nota final de la actividad se hallaría calculando la media de todas las calificaciones, siempre y cuando no difirieran de la del profesor en un máximo de dos puntos por arriba o por abajo. De este modo se evita que los alumnos puedan evaluar en

exceso a sus amigos, o por defecto a grupos con lo que no se lleven bien. Las calificaciones que quedaran fuera de este rango no serían tenidas en cuenta para calcular la media.

El curso se dividirá en tres trimestres, suponiendo cada uno un cuarto de la nota global del curso. No se contempla examen final de la asignatura al acabar el curso. En su lugar, el proyecto del bloque 7, destinado a responder a la pregunta motriz, y las actividades complementarias, aportarán el cuarto restante a la nota global. De este modo, el bloque 7, al que se le dedica un mes, vale lo mismo que cada uno de los trimestres, lanzando el mensaje a los alumnos de que es muy importante y deben tomárselo tan en serio como cualquiera de los trimestres. Se han preparado unas plantillas de evaluación tipo para evaluar el proyecto de investigación del bloque 7, que pueden consultarse en el anexo 11. Estas plantillas permiten la evaluación del documento escrito, la exposición oral en clase y el debate. La plantilla para valorar la presentación oral sería pasada a los alumnos para que pudieran también evaluar a sus compañeros de otros grupos. Para la elaboración de estas plantillas me he basado en varias plantillas disponibles de la Universidad de Sonora de México⁷⁵.

Considero que esta propuesta cumple los criterios establecidos por la actual ley educativa ya que: sigue un esquema de trabajo y evaluación continua; es formativa puesto que la evaluación permite a los alumnos aprender a trabajar, autorregularse mejor y adquirir los conocimientos requeridos; y finalmente, es integradora puesto que permite desarrollar las competencias señaladas por la LOMCE⁵ a la vez que se obtiene el conocimiento de una manera integral e interconectada.

4. CONCLUSIÓN

En este trabajo se ha explorado una vía de enseñanza-aprendizaje consistente en explorar la colonización de nuevos mundos, partiendo de la reflexión sobre las condiciones que hacen de la Tierra un planeta donde la vida ha surgido y experimentado un gran desarrollo, para terminar con la planificación de la colonización de un mundo concreto, Marte, sin olvidar los desafíos científicos que habría que afrontar. De manera opcional, esta planificación podría atender también los aspectos éticos y socio-políticos que irían asociados a una colonización extraterrestre.

Para desarrollar esta propuesta, se ha optado por una metodología de enseñanza basada en el ABP, estableciendo para ello grupos de trabajo cooperativos¹⁷. Esta metodología pone el foco en el propio alumno que la recibe, confiriéndole un protagonismo total en su proceso de enseñanza-aprendizaje. De este modo, es el alumno quien regula su propio aprendizaje, quien decide hasta donde va a llegar en este proceso, explorando sus propios límites. Y todo, de la mano de sus compañeros, con quienes tendrá que buscar, reunir, sintetizar, interrelacionar e integrar los conocimientos necesarios para superar esta etapa, a la vez que desarrolla capacidades y competencias cooperativas, sociales, empáticas y cognitivas. Aprender a aprender es la clave del proceso que experimentará el alumno. Con ella es con la que el alumno podrá autorregularse y convertirse en un estudiante y una persona autónoma, con espíritu crítico y capacidad para ver más allá de lo convencional.

Además, trabajar en proyectos con estructuras cooperativas, donde se cultiva el compañerismo, la curiosidad, la creatividad, el sentir que lo que uno hace merece la pena, y la autonomía, entre otras cosas, aleja la apatía y el conformismo, causas principales del abandono escolar⁷⁶, por lo que puede contribuir firmemente a prevenir el fracaso y el abandono escolar.

Trabajar por proyectos cooperativos exige tener una actitud activa, lo que presenta una ventaja adicional de gran relevancia, y es que el aprendizaje activo es también más significativo⁹⁻¹³. Esto es debido a que el conocimiento se construye desde dentro, adquiriéndose de manera más sólida y duradera que si se adquiere de manera más pasiva, desde fuera, escuchando al profesor y memorizándolo después.

El docente que aplique una metodología como la que aquí se propone deberá ser valiente, para alejarse de la enseñanza clásica basada en la clase magistral y la transmisión del conocimiento. En su lugar, el profesor cede la transmisión del conocimiento a otras fuentes, y él se convierte en un acompañante de sus alumnos, alguien que les orienta y les alienta a seguir adelante, alguien que les plantea nuevos interrogantes en cada curva del camino, despertando su curiosidad, y empujándoles a querer llegar a la siguiente curva del camino. Un profesor así debe tener una visión integral del conocimiento y del ser humano, y no debe conformarse con que sus alumnos aprendan solamente de una rama del saber. Todas importan y todas forman parte de nosotros.

La aplicación de estas metodologías tiene además como consecuencia automática que el docente tiene a su disposición el tiempo de clase para dedicarse a algo que se les ha exigido siempre: atender a cada alumno de manera individual y personalizada. Así, el profesor puede ir de grupo en grupo asesorando de manera particular a cada estudiante, ayudándole a desarrollar sus aptitudes de una manera ajustada a sus necesidades. Esto constituye una ventaja muy a tener en cuenta, que es poder atender con mayor calidad la diversidad y las inteligencias múltiples, adaptando los contenidos y los ritmos a cada estudiante concreto.

Quizá esta propuesta sea demasiado ambiciosa en cuanto a la cantidad de trabajo que pretende que se realice en tiempo de clase, y que aspire a la realización de demasiadas actividades. Sin embargo, también es cierto que al destinarse muy poco tiempo a dar clases magistrales, las sesiones de clase se invertirán íntegramente en que sean los alumnos quienes trabajen. Además al trabajar en grupos, las tareas a realizar se dividen y es más factible que el tiempo disponible sea suficiente para ir al día con el cronograma previsto. Si aún así se trabajara con más lentitud de la prevista, se podría recurrir a clases magistrales puntuales y también a reconvertir en tareas para casa lo que no diera tiempo a terminar en clase.

Es esperable que a principio de curso los alumnos sean menos eficientes, y a medida que vayan habituándose a esta metodología vayan trabajando cada vez con mayor celeridad. Es de esperar, por tanto, que el profesor intervenga más durante el primer trimestre para que la clase no se retrase que en los siguientes. Debido a esto, las actividades que se han planteado para el primer trimestre son de resolución más breve que las de los dos siguientes.

Desde mi punto de vista, resulta trascendental que se evite siempre y en todo momento ofrecer a los alumnos una educación compartimentalizada, donde en cada materia se trabajen solamente los contenidos y competencias que le atañan. En su lugar, abogo por una educación interdisciplinar, en la que se impartan los contenidos de manera transversal, estableciendo colaboraciones con las distintas asignaturas. O mejor aún, trabajando al unísono los distintos profesores planteando proyectos de manera conjunta que engloben a las distintas asignaturas. De este modo, la propuesta didáctica aquí presentada podría alcanzar una dimensión y profundidad mayores. Sin embargo, ello exigiría un sistema de enseñanza mucho menos constreñido que el actual, en el que no se dividieran las horas por asignaturas. Las ventajas que se obtendrían de una enseñanza de estas características, y que ya empiezan a disfrutar en algunas escuelas¹⁴ de este país, son muchas, entre las que destacan las ya mencionadas y que los contenidos, actitudes, aptitudes, valores y competencias se trabajarían de manera transversal e integral, formando a personas en su conjunto, en su vertiente científica y humanística a la vez.

Las ciencias del espacio constituyen un reclamo bastante atractivo para atraer la atención de los estudiantes y embarcarles en un proyecto de esta envergadura. Este es un proyecto que invita a soñar porque, ¿quién de nosotros no ha soñado nunca con lo que pueden albergar otros mundos, otros mundos que están ahí fuera, al otro lado de un simple telescopio o incluso de la propia vista en el cielo estrellado? Desear descubrir eso forma parte de nuestro código genético, desde que nuestra especie se aventuró fuera de África y pobló todo el orbe.

Puede que los alumnos de 1º de la ESO representen una población de alumnos que por su corta edad no puedan realizar un trabajo muy profundo en este campo, y mucho menos en el apartado humanístico. O quizá sí, nunca hay que subestimar el potencial de un alumno motivado. Por otra parte, son los alumnos de Secundaria más cercanos a la niñez, los que conservan mayor capacidad de perderse en ensoñaciones y también una mayor creatividad⁷⁷. Así que, ¿por qué no soñar también como docentes en que puedan desempeñar un buen papel? Aunque, de todos modos, el objetivo de esta propuesta no es que desarrollen un trabajo exhaustivo sobre la colonización marciana, sino que aprendan lo que exige el currículo a través de la reflexión, la integración del conocimiento y su aplicación. Y si pueden conseguirlo de una manera un tanto divertida mejor aún. Creo que con la propuesta didáctica aquí desarrollada, con sus defectos, y sobre todo con sus virtudes, esto que se pretende se puede conseguir.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Vázquez Hoys, A. M. (1999). *Historia Antigua Universal. Próximo Oriente y Egipto (3ª ed.). Tomo I (1ª parte)*. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). ISBN: 84-362-3882-6.
2. “Los niños tienen gran interés por el universo”. Disponible en:
<http://www.elnortedecastilla.es/20090710/palencia/ninos-tienen-gran-interes-20090710.html>
[Fecha de consulta 21-05-2015]
3. *Mars Today: Robotic Exploration*. Disponible en:
http://www.nasa.gov/mission_pages/mars/main/index.html [Fecha de consulta 21-05-2015]
4. *Rosetta and Philae: One Year since Landing on a Comet*. Disponible en:
http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Rosetta/Rosetta_and_Philae_one_year_since_landing_on_a_comet [Fecha de consulta 21-05-2015]
5. BON (2015). Decreto Foral 24/2015, de 22 de abril, por el que se establece el currículo de las enseñanzas de Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Foral de Navarra. Boletín Oficial de Navarra 127 (2 julio 2015): 1-149.
6. Martín-Montalvo Cortés, I. (Febrero 2004-Febrero 2005). *La Geología en la Enseñanza Secundaria, apuntes para un análisis*. En “La Ciencia en nuestras aulas”, monográfico nº28 de la Revista “A tres bandas”. Disponible en:
http://catedu.es/atresbandas/monograficos/Numero_M28.pdf [Fecha de consulta 21-05-2015]
7. Calonge, A., López Carrillo, M. D., Meléndez Hevia, G., y Fermeli, G. (2012). *Geoschools, el reto de mejorar la enseñanza de la Geología en la educación secundaria europea*. Comunicación oral en el XVII Simposio sobre Enseñanza de la Geología, Huelva. Disponible en:
<http://www.uhu.es/fexp/segeo2012/arc/comunicaciones/05.pdf> [Fecha de consulta 24-05-2015]
8. BON (2007). Decreto Foral 25/2007, de 19 de marzo, por el que se establece el currículo de las enseñanzas de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Foral de Navarra. Boletín Oficial de Navarra 65 (25 mayo 2007): 5932-6056.
9. Piaget, J. (1983). *Psicología y pedagogía*. Sarpe, Madrid. ISBN 10: 847291559X. ISBN 13: 9788472915596.
10. Vygotsky, L. (1989). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Crítica, Barcelona. ISBN: 84-7423-106-X.
11. Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology: A Cognitive View*. Holt, Rinehart & Winston, New York. ISBN: 0030899515.
12. Bruner, J. S. (c1966). *Toward a theory of instruction*. Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Mass. ISBN: 0674897013.
13. Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1989). *Learning how to learn*. University Press, Cambridge [etc]. ISBN: 0-521-26507-X.
14. Hernando Calvo, A. (2015). *Viaje a la escuela del siglo XXI. Así trabajan los colegios más innovadores del mundo*. Fundación Telefónica, Madrid. ISBN: 978-84-15282-14-3. Disponible en:
http://www.fundaciontelefonica.com/artes_cultura/publicaciones-listado/pagina-item-publicaciones/itempubli/476/ [Fecha de consulta 24-05-2015]
15. <http://www.cmontserrat.org/> [Fecha de consulta 24-05-2015]
16. <http://h2020.fje.edu/es/index.html> [Fecha de consulta 24-05-2015]
17. Pujolàs, P. y Lago, J. R. (Coordinadores). Naranjo, M., Pedragosa, O., Riera, G., Soldevila, J., Olmos, G., Torner, A. y Rodrigo, C. (2010). *El programa CA/AC (“cooperar para aprender/aprender a cooperar”) para enseñar a aprender en equipo. Implementación del aprendizaje cooperativo en el aula*. Laboratorio de Psicopedagogía. Facultad de Educación. Universidad de Vic. Disponible en <http://www.elizalde.eus/wp-content/uploads/izapideak/CA-ACprograma.pdf> [Fecha de consulta 24-05-2015]

18. Robinson, K., Aronica, L. (2009). *El Elemento*. Random House Mondadori, Querétaro, México. ISBN: 978-607-429-636-5.
19. Prensky, M. (2010). *Teaching digital natives: partnering for real learning*. Corwin Press, Thousand Oaks, Calif. ISBN: 9781412975414.
20. <http://serc.carleton.edu/introgeo/socratic/second.html> [Fecha de consulta 24-04-2015]
21. <http://www.hewlett.org/> [Fecha de consulta 23-05-2015]
22. <http://www.javiertouron.es/> [Fecha de consulta 18-04-2015]
23. Martínez, M. R. & McGrath, D. (2014). *Deeper Learning: How Eight Innovative Public Schools are Transforming Education in the 21st Century*. The New Press, New York. ISBN: 978-1-59558-959-0.
24. Gardner, H. (1995). *Inteligencias múltiples: la teoría en la práctica*. Paidós, Barcelona [etc.]. ISBN: 84-493-0158-0.
25. Kagan, S. (1999). *Cooperative Learning*. Resources for Teachers, Inc., San Clemente.
26. Morón Monge, H., Morón Monge, M. C., Wamba Aguado, A. M., y Jiménez Pérez, R. (2012). *Una propuesta metodológica para la enseñanza de la biología y geología en la educación secundaria*. Revista de Educación en Biología 15(2): 58-68.
27. Gimeno Sacristán, J., y Pérez Gómez, A. I. (1992). *Comprender y transformar la enseñanza*. Morata, Madrid. ISBN: 9788471123732.
28. Uriz Iglesias, A. (2015). *El Cine como recurso didáctico para la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Secundaria*. Trabajo Fin de Máster. Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria. Universidad Pública de Navarra.
29. "Mankind must colonize other planets to survive, says Hawking". *Daily Mail (London)*. 01-12-2006. Disponible en: <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-419573/Mankind-colonise-planets-survive-says-Hawking.html> [Fecha de consulta 14-05-2015]
30. *NASA technical memorandum*. Disponible en: <http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19760006052.pdf> [Fecha de consulta 14-05-2015]
31. *Voyager, The Interstellar Mission*. Disponible en: <http://voyager.jpl.nasa.gov/index.html> [Fecha de consulta 14-05-2015]
32. *Viking 1 & 2*. Disponible en: <http://mars.jpl.nasa.gov/programmissions/missions/past/viking/> [Fecha de consulta 14-05-2015]
33. *Mars Science Laboratory*. Disponible en: <http://mars.jpl.nasa.gov/programmissions/missions/present/msl/> [Fecha de consulta 14-05-2015]
34. *The Apollo 11 Flight Journal*. Disponible en: <http://history.nasa.gov/ap11fj/> [Fecha de consulta 14-05-2015]
35. *Anexo: Misiones espaciales*. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Misiones_espaciales [Fecha de consulta 14-05-2015]
36. Kanas, N., Manzey, D. (2008). *Basic Issues of Human Adaptation to Space Flight*. Space Psychology and Psychiatry, Space Technology Library 22: 15–48. doi:10.1007/978-1-4020-6770-9_2. ISBN: 978-1-4020-6769-3.
37. Zeitlin et al. (2013). *Measurements of Energetic Particle Radiation in Transit to Mars on the Mars Science Laboratory*. Science 340 (6136): 1080-1084.
38. *La NASA anuncia el mayor descubrimiento de exoplanetas hasta la fecha*. Disponible en: http://elpais.com/elpais/2015/05/10/ciencia/1462901767_151144.html [Fecha de consulta 14-05-2015]
39. Zubrin, R., Wagner, R., Clarke, A. C. (2011). *The Case for Mars: The Plan to Settle the Red Planet and Why We Must*. Free Press. ISBN-10: 145150811X. ISBN-13: 978-1451508113.
40. Clynnes, M. E., Kline, N. S. (1960). *Cyborgs and space*. Aeronautics: 26-27,74-76. Disponible

- en: <http://web.mit.edu/digitalapollo/Documents/Chapter1/cyborgs.pdf> [Fecha de consulta 21-05-2015]
41. *Science Fiction Citations: terraforming*. Disponible en: <http://www.jessesword.com/sf/view/125> [Fecha de consulta 15-05-2015]
 42. McKay, C. P. (1982). *Terraforming Mars*. Journal of British Interplanetary Society 35:427-433.
 43. Lovelock, J. E. (1987). *The ecopoiesis of Daisy World*. En Robson, J. M. (ed.). *Origin and evolution of the universe: evidence for design?* McGill-Queen's University Press. ISBN: 0-7735-0617-9. ISBN: 0-7735-0618-7.
 44. *Mars Facts*. Disponible en: <http://mars.nasa.gov/allaboutmars/facts/> [Fecha de consulta 15-05-2015]
 45. Vives Boix, F., Meléndez Hevia, I., Garrido Garrido, J. L., Madrid Rangel, M. A. (2015). *Biología y Geología. "Serie Observa", Proyecto Saber Hacer*. Santillana, Tres Cantos, Madrid. ISBN: 978-84-680-3331-0.
 46. *NASA Releases Plan Outlining Next Steps in the Journey to Mars*. Disponible en: <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-releases-plan-outlining-next-steps-in-the-journey-to-mars> [Fecha de consulta 15-05-2015]
 47. <http://www.marstostay.com/> [Fecha de consulta 15-05-2015]
 48. Dunn, M. (2015). *Buzz Aldrin joins university, forming 'master plan' for Mars*. AP News. Disponible en: <http://apnews.excite.com/article/20150827/us-sci-buzz-aldrin-c7bc5ba293.html> [Fecha de consulta 15-05-2015]
 49. Knapp, A. (2012). *SpaceX Billionaire Elon Musk Wants A Martian Colony Of 80,000 People*. Forbes. Disponible en: <http://www.forbes.com/sites/alexknapp/2012/11/27/spacex-billionaire-elon-musk-wants-a-martian-colony-of-80000-people/#1a6fde56298e> [Fecha de consulta 15-05-2015]
 50. <http://www.mars-one.com/> [Fecha de consulta 15-05-2015]
 51. Cowing, K. (2015). *Throwing Shade on Mars One*. NASA Watch. Disponible en: <http://nasawatch.com/archives/2015/02/throwing-shade.html> [Fecha de consulta 15-05-2015]
 52. Draper, L. (2014). *Astronaut Chris Hadfield Questions Feasibility of Mars One Mission*. Newsweek. Disponible en: <http://europe.newsweek.com/astronaut-chris-hadfield-questions-feasibility-mars-one-mission-289150?rm=eu> [Fecha de consulta 15-05-2015]
 53. *NASA Space Assets Detect Ocean inside Saturn Moon*. Disponible en: <http://www.nasa.gov/press/2014/april/nasa-space-assets-detect-ocean-inside-saturn-moon> [Fecha de consulta 11-05-2015]
 54. *Mapping the Chemistry Needed for Life at Europa*. Disponible en: <http://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?release=2013-126> [Fecha de consulta 11-05-2015]
 55. *Martian Methane Reveals the Red Planet is not a Dead Planet*. Disponible en: http://www.nasa.gov/mission_pages/mars/news/marsmethane.html [Fecha de consulta 12-05-2015]
 56. *NASA Rover Finds Active, Ancient Organic Chemistry on Mars*. Disponible en: <http://www.nasa.gov/press/2014/december/nasa-rover-finds-active-ancient-organic-chemistry-on-mars> [Fecha de consulta 12-05-2015]
 57. *Was Venus once a habitable planet?* Disponible en: http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Venus_Express/Was_Venus_once_a_habitable_planet [Fecha de consulta 12-05-2015]
 58. *Las mareas y el clima*. Disponible en: <http://www.aviso.altimetry.fr/es/aplicaciones/ocean/mareas/mareas-y-el-clima.html> [Fecha de consulta 13-05-2015]
 59. Disponible en: <https://www.educacion.navarra.es/web/dpto/calendario-escolar> [Fecha de consulta 30-05-2015]
 60. Engelmann, C., Rose, W., Huntoon, J., Klawiter, M., Vye, E. (2010). *Recognizing Earth Science*

- Misconceptions and Reconstructing Knowledge through Conceptual-Change-Teaching.* Comunicación oral en el Congreso Anual de la Sociedad Americana de Geología, Denver, Colorado. Lista de ideas alternativas disponible en: http://hub.mspnet.org/media/data/MiTEP_List_of_Common_Geoscience_Misconceptions.pdf?media_000000007297.pdf [Fecha de consulta 30-05-2015]
61. González García, F., Tamayo Hurtado, M. (2000). *Sobre el origen de los conocimientos previos en Biología: Elementos comunes entre el alumnado y los libros de texto.* Revista de Educación de la Universidad de Granada 13:199-215. Disponible en: <http://www.ugr.es/~pagoga/trabajo2.pdf> [Fecha de consulta 30-05-2015]
62. Disponible en: <http://procomun.educalab.es/es/ode/view/1415349632711> [Fecha de consulta 31-05-2015]
63. Disponible en: <http://procomun.educalab.es/es/ode/view/1415349657543> [Fecha de consulta 31-05-2015]
64. Disponible en: www.stellarium.org [Fecha de consulta 31-05-2015]
65. Area Moreira, M. (2008). *Innovación pedagógica con TIC y el desarrollo de las competencias informacionales y digitales.* Investigación en la escuela 64: 5-18. Disponible en: http://eps-salud.com.ar/Pdfs/Innovacion_Pedagogica_con_Tics.pdf [Fecha de consulta 8-06-2015]
66. Información extraída de distintos artículos publicados en el blog de Ángel Fidalgo, disponible en: <https://innovacioneducativa.wordpress.com/> [Fecha de consulta 8-06-2015]
67. Conceptos disponibles en: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/fr/cajon-de-sastre/38-cajon-de-sastre/1092-monografico-introduccion-de-las-tecnologias-en-la-educacion?start=2> [Fecha de consulta 8-06-2015]
68. Disponible en: <https://www.techsmith.com/camtasia.html> [Fecha de consulta 31-05-2015]
69. Verne, J. (2004). *Viaje al centro de la Tierra.* Planeta & Oxford, Barcelona. ISBN: 9788496336407.
70. Página web oficial de la película: <http://www.foxmovies.com/movies/the-martian> [Fecha de consulta 2-06-2015]
71. <https://twitter.com/?lang=e>
72. Disponible en: <https://www.quandarygame.org/?language=es> [Fecha de consulta 2-06-2015]
73. Disponible en: <https://www.google.es/earth/index.html> [Fecha de consulta 31-05-2015]
74. Material disponible en: http://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/mars_survival_kit_-_rover_final_4.pdf [Fecha de consulta 2-06-2015]
75. <http://www.ues.mx/> [Fecha de consulta 5-06-2015]
76. Pascual Barrio, B. (2004). *Una aproximación a la vivencia del fracaso escolar por parte de jóvenes pertenecientes a entornos familiares marginales.* Trabajo presentado en el I Congreso Anual sobre Fracaso Escolar, Palma de Mallorca. Disponible en: <http://www.fracasoescolar.com/conclusiones2004/pascual.pdf> [Fecha de consulta 6-06-2015]
77. Declaraciones de Elsa Punset en el encuentro: “La influencia de la felicidad en el estado de salud”. Organizado por la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP) de Santander, en 2012. Disponibles en: <http://www.efesalud.com/noticias/la-edad-provoca-miedo-y-perdida-de-creatividad/> [Fecha de consulta 6-06-2015]

6. ANEXOS

6.1. Anexo 1¹⁷

REVISIÓN DEL PLAN DEL EQUIPO N°:

Período:

Centro:	
Asignatura:	
Nombre del Equipo:	

1. ¿Hemos alcanzado los objetivos del equipo?

Objetivos que nos habíamos propuesto	Sí	No	Tenemos que mejorar porque...
1. Progresar en el aprendizaje			
2. Ayudarnos unos a otros			
3.			

2. ¿Hemos ejercido correctamente nuestro cargo?

Cargo	Necesito mejorar porque...		Lo ha hecho bien porque...	

3. ¿Ha cumplido cada uno su compromiso? (NM: Necesita mejorar; B: Bien; MB: Muy bien)

Nombre:	Compromiso personal:	NM	B	MB

4. Valoración global del trabajo en equipo

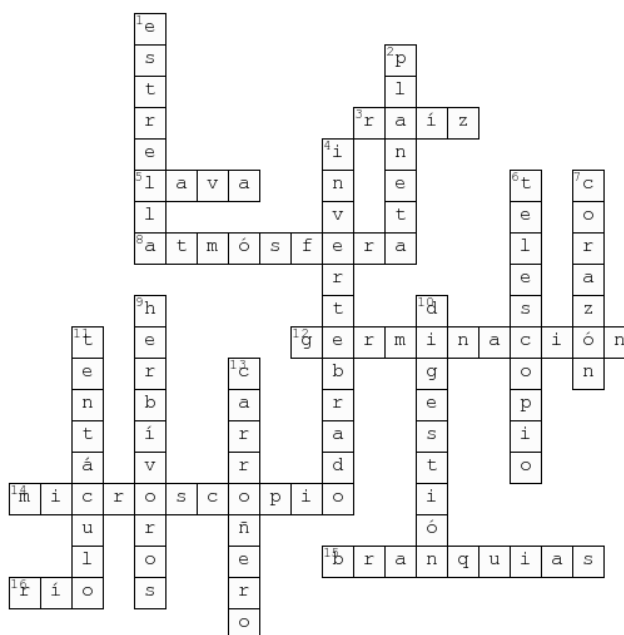
	NM	B	MB
¿Hemos acabado las tareas dentro del tiempo previsto?			
¿Hemos aprovechado el tiempo?			
¿Nos hemos esforzado?			
¿Qué es lo que hemos hecho especialmente bien?			
¿En qué debemos mejorar?			

A
S
RIAS

6.3. Anexo 3

CRUCIGRAMA

Complete el crucigrama

Created with TheTeachersCorner.net [Crossword Puzzle Generator](http://www.theteacherscorner.net/CrosswordPuzzleGenerator/)**Horizontal**

3. Parte por la que las plantas absorben el agua. (**raíz**)
5. Sustancia muy caliente que emerge de los volcanes en erupción. (**lava**)
8. Capa gaseosa que nos rodea y contiene el aire que respiramos. (**atmósfera**)
12. Proceso por el que se genera una planta a partir de una semilla (**germinación**)
14. Instrumento con lentes que sirve para ver objetos muy pequeños. (**microscopio**)
15. Órganos que tienen los animales marinos como los peces para respirar. (**branquias**)
16. Curso de agua dulce que nace en las montañas y desemboca en el mar. (**rio**)

Vertical

1. Cuerpo celeste que brilla con luz propia en el universo. (**estrella**)
2. Astro que gira alrededor de una estrella. (**planeta**)
4. Animal que carece de esqueleto interno. (**invertebrado**)
6. Instrumento con lentes que sirve para ver objetos muy lejanos. (**telescopio**)
7. Órgano que bombea la sangre. (**corazón**)
9. Animales que se alimentan de plantas. (**herbívoros**)
10. Proceso por el que los alimentos son transformados en nutrientes. (**digestión**)
11. Especie de patas que tienen los pulpos. (**tentáculo**)
13. Animal que se alimenta de animales muertos. (**carroñero**)

DEFINICIONES

Universo:
 Planta:
 Animal:
 Terremoto:
 Flor:
 Ala:
 Año:
 Músculo:
 Sistema nervioso:
 Respiración:
 Satélite:
 Ave:
 Hueso:
 Especie:
 Reproducción:
 Volcán:
 Aire:
 Huevo:

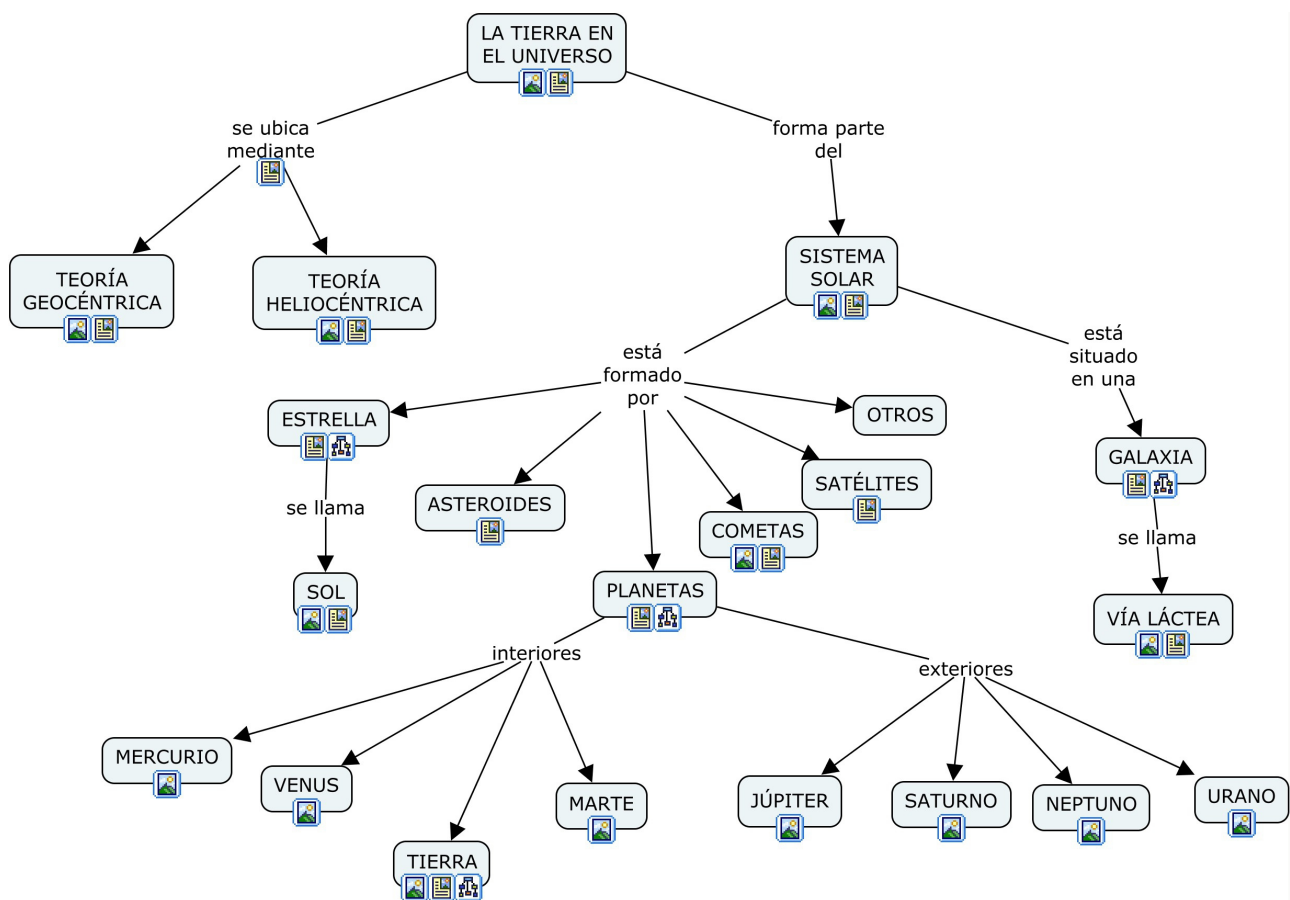
REFLEXIONA Y CONTESTA

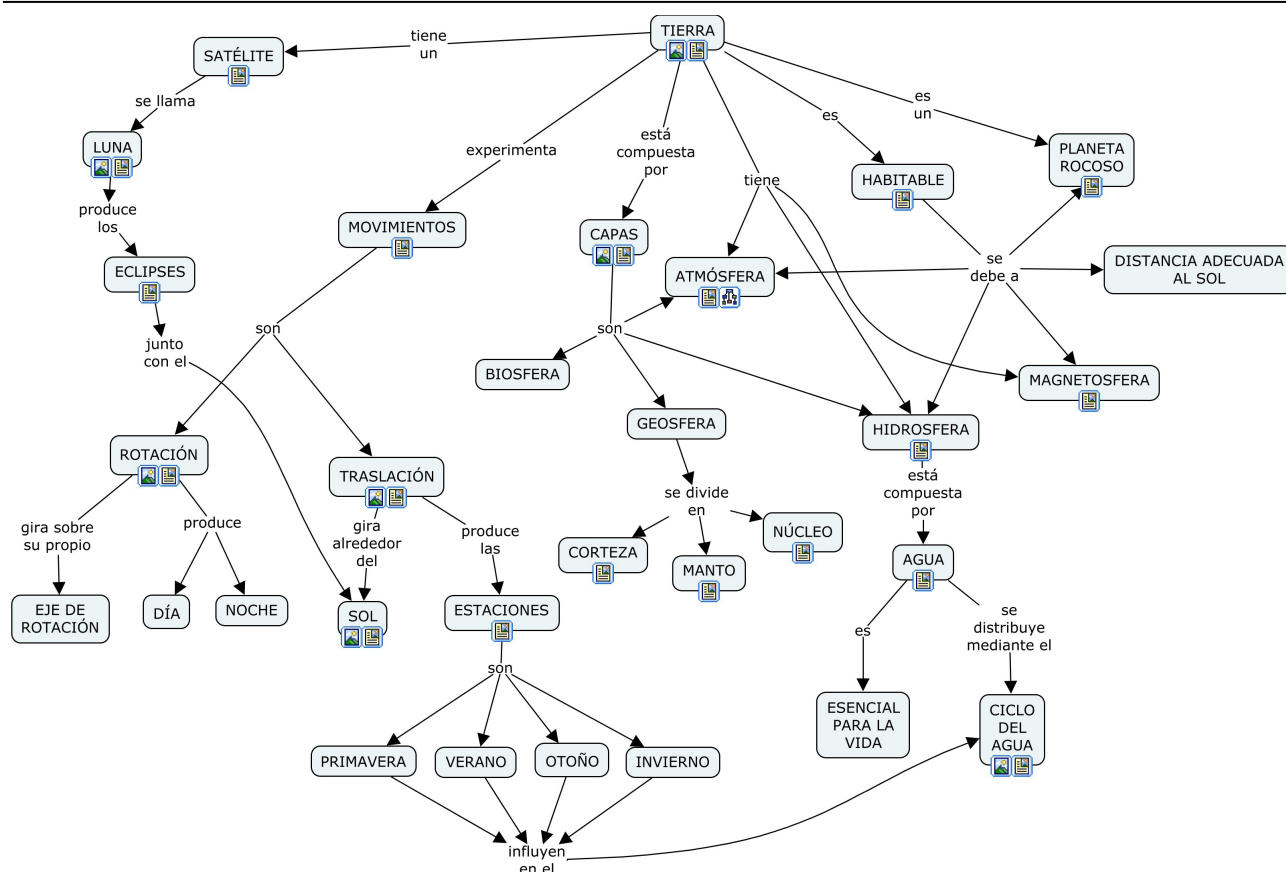
- 1.- ¿Por qué se hace de noche?
- 2.- ¿Para qué sirve el pelo?
- 3.- ¿Por qué hace más calor en verano y más frío en invierno?
- 4.- ¿Por qué brilla la luna?
- 5.- ¿Por qué las plantas crecen hacia la luz?
- 6.- ¿Respiran las plantas?
- 7.- ¿Por qué existen las montañas? ¿Pueden aparecer nuevas montañas?
- 8.- ¿Están vivos los huesos?

DIBUJA

- 1.- El ciclo del agua
- 2.- El sistema Sol-Luna-Tierra con sus órbitas

6.4. Anexo 4





6.5. Anexo 5

TEXTO Y CUESTIONES TIPO PISA

Tras el visionado del siguiente vídeo deberán responder a las preguntas que se les proponen:
<https://www.youtube.com/watch?v=R3V842MkXs8> [Fecha de consulta 31-05-2016]

Verdadero o Falso:

- ¿El calentamiento global es consecuencia únicamente de la actividad humana?
- ¿Puede prevenirse la aceleración del calentamiento global?
- ¿El clima de la tierra está controlado únicamente por la circulación atmosférica?
- ¿La principal fuente de gases de efecto invernadero es la quema de combustibles fósiles?
- ¿El efecto invernadero se debe únicamente a la presencia en la atmósfera de gases invernadero?

Respuesta múltiple:

Si los seres humanos hubieran evitado emitir gases que retienen el calor,

- A) sería posible ralentizar el calentamiento global.
- B) habría sido menor el calentamiento de la Tierra.
- C) se mantendría el ritmo del clima de la Tierra.
- D) habría disminuido el nivel de las aguas del mar.
- E) se habría multiplicado la flora y la fauna terrestre.

Si se aceleraran los cambios en el clima de la Tierra,

- A) disminuiría el nivel de las aguas de los mares y los lagos.
- B) desaparecerían totalmente la flora y la fauna terrestre.
- C) la humanidad evitaría emitir los gases de invernadero.
- D) tardaríamos en acostumbrarnos a esta nueva realidad.
- E) podrían desaparecer los glaciares y las selvas tropicales.

Si se descubriese que en la historia de la Tierra se han presentado periodos de calentamiento global, se podría aseverar que

- A) este calentamiento tendría una causa natural.
- B) disminuiría el interés por este calentamiento.
- C) se evidenciaría la autodestrucción de la Tierra.
- D) se confirmaría la hipótesis principal del autor.
- E) la humanidad dejaría de preocuparse por su futuro.

6.6. Anexo 6

Pregunta central

¿Cómo afecta la presencia de CO₂ a la temperatura de una mezcla de gases cuando se calienta dicha mezcla?

Cosmovisión y Filosofía:

El cambio climático actual es un hecho contrastado y que se atribuye principalmente a la actividad humana. Las consecuencias de este cambio pueden resultar dramáticas, tanto para los ecosistemas actuales de la Tierra como para los seres humanos. Estas consecuencias van desde extinciones en masa al derretimiento de los casquetes polares o el aumento de catástrofes naturales.

Concienciar a los alumnos de esto y de que ellos son parte activa y con poder de intervención en este cambio climático resulta fundamental y es uno de los objetivos a conseguir en cualquier programación didáctica de ciencias que se precie.

Teorías:

Calentamiento global por efecto de los gases de efecto invernadero.

Principios teóricos:

Los gases de efecto invernadero son gases que permiten pasar la radiación solar pero no la energía infrarroja que emana de la Tierra. Así, la Tierra se calienta por el efecto de los rayos solares pero no puede disipar del todo el calor que acumula porque los gases de efecto invernadero retienen parte de dicho calor.

Conceptos:

Cambio climático, CO₂, gases de efecto invernadero, calentamiento global.

Juicios de valor:

Es un experimento claro y sencillo para aprender que el CO₂ es uno de los gases responsables del efecto invernadero.

Este experimento tiene como valor añadido que se realiza con reactivos baratos y fáciles de conseguir.

Juicios de conocimiento:

El gas que contiene el CO₂ proveniente de la Coca-cola se habrá calentado más que el gas que provenía del Nestea (sin CO₂). El gas con CO₂ tarda también más en enfriarse. El CO₂ es un gas con la propiedad de retener el calor.

Transformaciones: Realización de gráficos

Se realiza un gráfico que represente la curva de enfriamiento de cada uno de los gases.

Registros:

Se registra la temperatura a la que se calienta cada líquido para comprobar que ambos se han calentado por igual.

Se registra la temperatura de cada gas tras calentar con la lámpara infrarroja para ver cuál se ha calentado más. Se hacen nuevas mediciones cada 5 minutos para ver cuál se enfría más rápido.

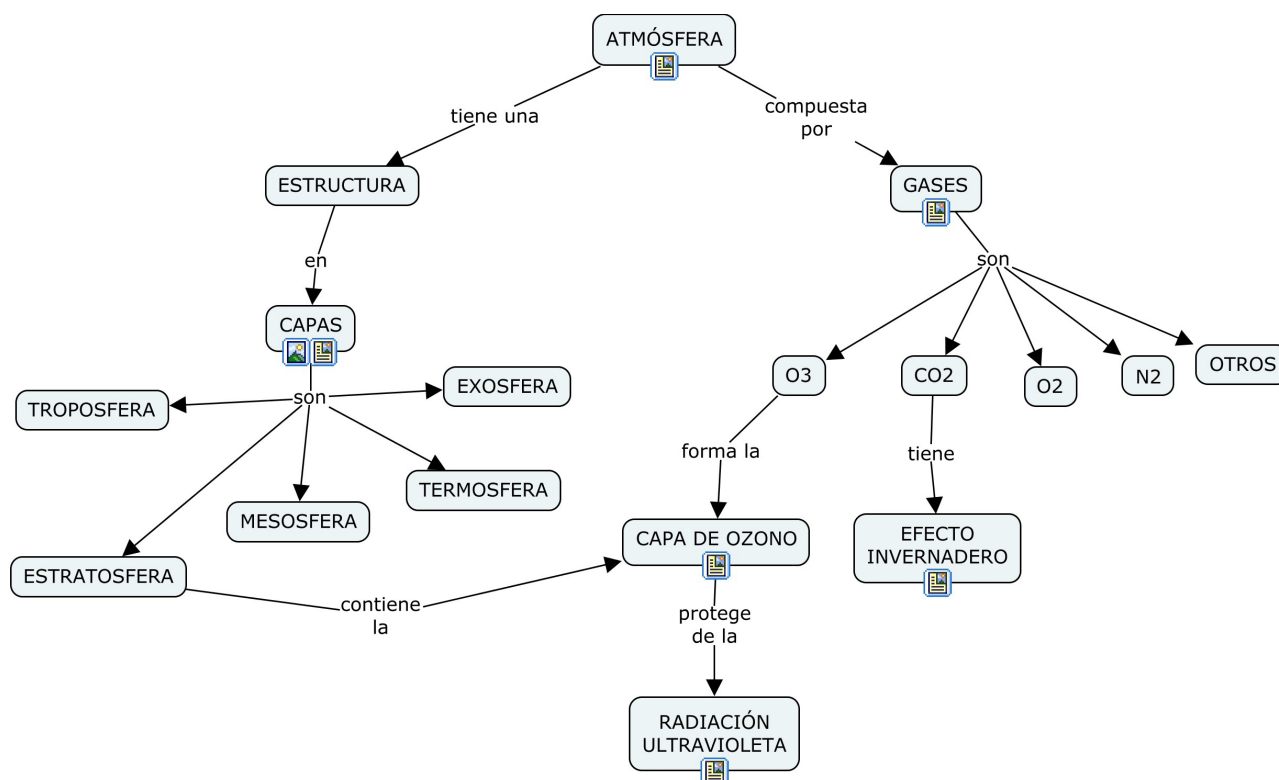
Acontecimientos/Objetos

Realización de una actividad práctica en la que registren el aumento de calor de una masa gaseosa con CO₂ respecto de una que no tiene CO₂.

Se calentarán por separado y con la misma cantidad de calor dos refrescos comerciales, uno carbonatado (Coca-cola) y otro no carbonatado (Nestea), con el fin de que se libere el CO₂ disuelto en ellos. Se realizará de tal modo que el gas liberado quede retenido en un recipiente de cristal.

Luego se calentará cada uno de los dos recipientes con una lámpara de infrarrojos y media hora después se medirá la temperatura del gas contenido en cada uno de los recipientes. El recipiente con el gas que viene de la Coca-cola tendrá una temperatura más alta que el otro.

6.7. Anexo 7



6.8. Anexo 8

Disección de *Lumbricus terrestris*

Guion adaptado con la autorización de Andrés Echeverría Obanos

1. Objetivos

- Reconocer la morfología externa de la lombriz terrestre.
- Diseccionar *Lumbricus terrestris* para observar la morfología del aparato digestivo y circulatorio.

2. Introducción

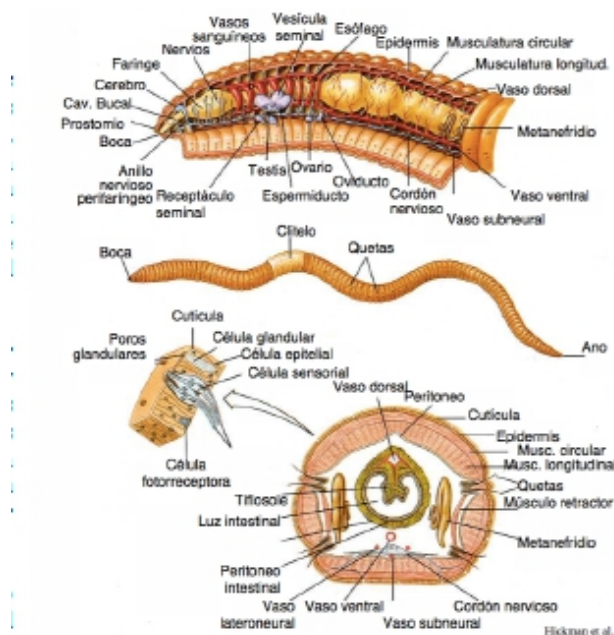
La lombriz de tierra (*Lumbricus terrestris*) pertenece al grupo de los anélidos oligoquetos (3000sp.), es decir, de cuerpo segmentado. Se trata de un animal excavador que se desplaza mediante movimientos peristálticos en donde entran en juego sus 4 pares de sedas quitinosas a modo de anclaje al suelo.

Su sistema digestivo está formado por boca, faringe, buche, molleja, intestino y ano. La mayoría son detritívoros alimentándose de hojas y otros materiales vegetales y animales en descomposición. La excreción se realiza a través de un par de metanefridios por cada metámero.

Posee un sistema circulatorio cerrado compuesto por 5 vasos que recorren el cuerpo longitudinalmente: un vaso dorsal, otro ventral, dos lateroneurales y uno subneural.

No existen órganos respiratorios por lo que esta se produce por difusión a través del tegumento. El sistema nervioso está formado por dos ganglios cerebrales, un anillo periesofágico y un cordón longitudinal ventral. Son hermafroditas y poseen los órganos reproductores en los segmentos 9-15.

Este tipo de invertebrados contribuyen a la formación del suelo, mezclando los materiales orgánicos y minerales, acelerando la descomposición de la materia orgánica y facilitando la oxigenación y drenaje de este. Por otra parte, son importantes como presas de numerosos vertebrados.



3. Materiales

- Pala
- Lombrices de tierra
- Etanol 96%
- Agua
- Recipiente para depositar las lombrices
- Guantes de látex
- Cuchilla afilada
- Pinzas de disección
- Alfileres (20 aproximadamente)
- Tabla de disección

4. Método

4.1 Actividades previas:

- a) Buscar lombrices de tierra y organizar el material que se va a utilizar. Cuanto mayor sea el tamaño de las lombrices, más fácil será la disección de estas.
- b) Limpiar las lombrices e introducirlas en una disolución de etanol y agua.

4.2 Observar la anatomía externa

- a) Diferenciar la parte anterior (boca) de la parte posterior (ano).
- b) Identificar el clitelo en los casos en los que sea posible.
- c) Localizar las líneas de quetas laterales y ventrales.

4.3 Diseccionar Lumbricus terrestris

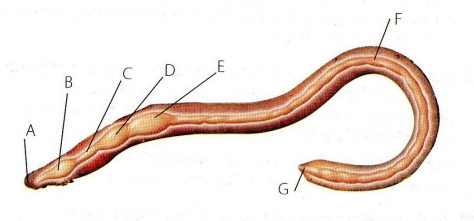
- a) Colocar la lombriz con el dorso hacia arriba y anclar los extremos a la tabla de disección mediante alfileres.
- b) Realizar un corte paralelo al vaso dorsal desde el extremo anterior hasta la mitad de la lombriz.
- c) Con ayuda de las pinzas de disección separar los bordes y anclarlos con alfileres.

4.4 Observar la anatomía interna

- Boca
- Cerebro
- Faringe
- Esófago
- Buche
- Molleja
- Intestino
- Vesículas seminales
- Arcos aórticos
- Vaso dorsal

5. Responder a las siguientes cuestiones

5.1 Diferencia las partes del aparato digestivo en el siguiente dibujo:



5.2 Explica el sistema circulatorio en anélidos.

6. Bibliografía

Hickman et al. (2011). *Laboratory studies in Animal Diversity*. McGraw-Hill Education, Boston, 320p.

Storer et al. (1972). *General Zoology*. McGraw-Hill, New York, 899p.

Página web *Uruguay Educa* en la que el profesor Andrés Hirigoyen expone los pasos a seguir en la disección de la lombriz de tierra. Disponible en: <http://uruguayeduca.edu.uy/Portal.Base/Web/verContenido.aspx?ID=215114#.VgpFVLT89UR> [Fecha de consulta 1-06-2016]

DISECCIÓN DE UN CORAZÓN

Guion adaptado con la autorización de Sara Gallués Ibilceta

Introducción:

El corazón es el órgano muscular principal del sistema circulatorio que se encarga de la distribución de la sangre hacia el resto del organismo, funciona como una bomba aspirante e impelente. Está situado en el lado izquierdo de la cavidad torácica, sus paredes están formadas por el músculo cardíaco y miocardio, y protegidas externamente por el pericardio. Está dividido por un septo para separar el lado izquierdo del izquierdo, cada uno de los cuales se divide en aurícula y ventrículo.

La sangre venosa entra por las venas cavas a la aurícula derecha pasando al ventrículo derecho. De aquí sale a la arteria pulmonar hacia el pulmón, donde se oxigena la sangre, para retornar al corazón por las venas pulmonares hacia la aurícula izquierda. Después, pasa al ventrículo izquierdo y la sangre oxigenada por la aorta hacia el resto del cuerpo. La dirección en la que fluye la sangre está controlada por válvulas.

Objetivos:

- Conocer la morfología externa e interna de un corazón, diferenciando sus partes.
- Comprender el funcionamiento de un corazón, la circulación de la sangre a través de él.

Materiales:

- Corazón de cordero.
- Bandeja de disección.
- Tijeras de punta fina.
- Pinzas.
- Bisturí (cutter)
- 4 Pajitas.
- Guantes de latex.

Método:

1) Observación.

Observa la parte externa del corazón, distinguiendo sus diferentes partes, lado izquierdo, derecho, parte posterior y anterior, surco interventricular, zona superior (aurículas) y zona inferior (ventrículos). También los vasos sanguíneos de entrada y salida del corazón, para ello ayúdate de las pajitas, comprobando con que cavidades se comunican.

2) Disección.

Dispón el corazón sobre la bandeja, apoyándolo sobre la cara posterior (dorsal), plana. Con el bisturí, realiza

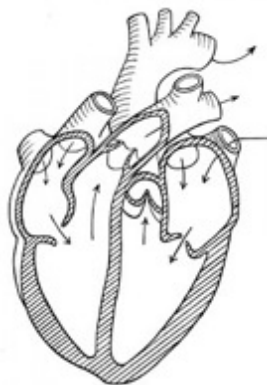
una incisión en el ventrículo derecho paralela al surco intraventricular. A continuación observa la válvula tricúspide, que comunica con la aurícula derecha. Con la ayuda de una pajita comprueba como el ventrículo derecho se comunica con la arteria pulmonar.

Para observar el ventrículo izquierdo realiza una nueva incisión sobre él paralela al surco interventricular. Observa la válvula mitral, que comunica con la aurícula izquierda, y de nuevo, ayudándote de una pajita, comprueba que el ventrículo izquierdo se comunica con la aorta.

Disecciona la arteria pulmonar y la aorta para observar las válvulas pulmonar y aórtica. Seguidamente corta la pared de las aurículas, y observa la diferencia con las paredes de los ventrículos

Cuestiones:

- Señala en el dibujo los elementos que has identificado.
- A qué se debe la enorme diferencia de tamaño y grosor de las paredes entre las aurículas y ventrículos? Y entre el ventrículo derecho e izquierdo?
- Explica brevemente la circulación mayor y la menor, mencionando las diferentes partes del corazón.



Conclusión: Un mejor entendimiento de la morfología y fisiología del corazón.

Bibliografía [Fecha de consulta 1-06-2016]:

- <https://es.wikipedia.org/wiki/Corazón>
- http://blog.educastur.es/salasbiologia/files/2013/06/diseccion_corazon_cerdo.pdf
- <http://www.bdigital.unal.edu.co/37743/1/39721-177364-1-PB.pdf>
- http://www.mclibre.org/otros/daniel_tomas/laboratorio/Corazon/corazon.html

6.9. Anexo 9

LEVADURAS: PROCESO DE FERMENTACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE LAS MISMAS AL MICROSCOPIO

Objetivos de la práctica:

-Estudiar el proceso y desarrollo de la fermentación de una masa de harina por parte de las levaduras presentes de manera natural en la harina integral.

-Observación de las levaduras al microscopio.

Fundamento teórico:

La fermentación es un proceso biológico natural mediante el cual microorganismos como las levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) son capaces de extraer energía de los glúcidos en ausencia de oxígeno (condiciones anaerobias), obteniéndose como resultado ATP, etanol y CO₂. El proceso de la fermentación ha sido aprovechado por los humanos desde hace varios miles de años para obtener distintos alimentos como el pan, y bebidas como el vino y la cerveza.

Las levaduras son hongos unicelulares, eucariotas por tanto, con un tamaño aproximado entre 5 y 10 µm, y

que se encuentran de manera natural en las pieles de las frutas y los cereales.

El presente ejercicio práctico consistirá en estudiar la fermentación de una masa de harina integral llevada a cabo por las propias levaduras presentes en la harina. Se aprovechará el ejercicio práctico para observar las levaduras al microscopio.

Materiales:

Para la fermentación de la harina:

- 100g de harina de centeno integral
- Agua del grifo
- 6 botes o vasos de vidrio transparentes
- Una cucharilla
- Una balanza
- Una cámara de fotos

Para la visualización al microscopio:

- Masa de harina fermentada resuspendida en agua y decantada
- Levadura fresca (de panadería)
- Dos portaobjetos
- Dos cubreobjetos
- Dos pipetas
- Azul de metileno al 1%.
- Microscopio óptico

Métodos:

Proceso de fermentación:

Día 1: Mezclar en un bote de vidrio en casa 20 g de harina integral de centeno con 20 g de agua y dejar reposar durante 24 horas.

Día 2: Sacar una fotografía al bote, oler la masa fermentada y probar una pizquita. Anotar lo que se considere relevante del olor y el sabor.

Mezclar en otro bote de vidrio 20 g de harina integral de centeno con 20 g de agua y 20 g de la mezcla de harina y agua del día anterior. Dejar reposar durante 24 horas.

Días 3 y 4: Repetir el procedimiento del día 2.

Día 5: Repetir el procedimiento de los días 2, 3 y 4. La masa fermentada del día 4 que sobre tras preparar la mezcla del día 5, se mezcla con agua hasta llenar el bote y se deja reposar toda la noche. A la mañana siguiente se pasa una parte de esta agua a un bote limpio, con cuidado de no arrastrar la harina sedimentada.

Visualización de las levaduras al microscopio:

- Poner una gota del agua proveniente de la masa de harina fermentada en un portaobjetos.
- Mezclar una pizca de la levadura fresca (de panadería) con agua, y poner una gota en un portaobjetos.
- Opcional: Añadir a ambos portaobjetos dos gotas de azul de metileno.
- Colocar un cubreobjetos sobre la preparación dispuesta en cada portaobjetos.
- Observar al microscopio óptico cada una de las dos preparaciones, utilizando los objetivos de 10 y 40 aumentos. Dibujar lo que se vea.

Resultados:

-Coloca aquí las 5 fotografías tomadas, indicando el día al que corresponden y escribe las anotaciones realizadas respecto a su sabor y olor. ¿Aparecen olores distintos con el paso de los días? ¿Se aprecian cambios en el sabor o la textura de la masa? ¿Se observa alguna evolución en el aspecto de la masa?

-Reflexiona sobre lo que crees que ha ocurrido durante estos cinco días en la masa de harina. ¿Qué ha ocurrido para que la masa sea tan distinta el quinto día respecto al primero?

-Dibuja aquí lo observado al microscopio. Comenta lo que has visto.

Conclusiones:**Bibliografía:**

- "Pan casero", Ibán Yarza. Ed. Larousse. 2013. ISBN: 978-84-15785-54-5

- "Principios de Bioquímica", A. Lehninger, D. Nelson y M. Cox. Segunda Edición, Ed. Omega. 1995. ISBN: 84-282-0924-3

- Página web "Seres modélicos. Entre la naturaleza y el laboratorio." Perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). <http://www.seresmodelicos.csic.es/>

- "Introducción a la Microbiología", G. Tortora, B. Funke y C. Case. Novena Edición, Ed. Médica Panamericana. 2007. ISBN: 978-950-06-0740-7

6.10. Anexo 10

Título:	Marte (<i>The Martian</i>)
Nacionalidad:	EEUU-UK
Año:	2015
Duración:	2 horas y 24 minutos
Dirección:	Ridley Scott
Guion:	Drew Goddard y Andy Weir
Música:	Harry Gregson-Williams
Producción:	Simon Kinberg, Ridley Scott, Michael Schaefer, Aditya Sood, Mark Huffam
Reparto:	Matt Damon, Jessica Chastain, Kristen Wiig, Jeff Daniels, Sean Bean...

6.11. Anexo 11**PLANTILLA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO ESCRITO**

CATEGORÍA	NOTAS				
	Suspense (0-3,9)	Suspense (4-4,9)	Aprobado (5-6,9)	Notable (7-8,9)	Sobresaliente (9-10)
Búsqueda de información	No citan las fuentes consultadas.	Las fuentes consultadas no resultan útiles y/o fiables.	Consultan fuentes recomendadas por el docente o buscadas, pero no resultan útiles y/o fiables.	Consultan fuentes recomendadas por el docente y buscadas, pero no resultan útiles y/o fiables.	Consultan fuentes recomendadas por el docente y buscadas, siendo útiles y fiables.
Selección de la información y los contenidos	Información y contenidos irrelevantes.	Información y contenidos poco relevantes.	Información y contenidos relativamente relevantes.	Información y contenidos bastante relevantes.	Información y contenidos relevantes.
Introducción	No existe.	Confusa, no introduce bien el tema del trabajo.	Introduce el tema de manera somera o relativamente adecuada.	Introduce el tema de manera clara y adecuada.	Introduce el tema de manera clara, adecuada y exhaustiva.
Estructura y organización de los contenidos	El trabajo está desordenado, sin organizar en distintos apartados.	El trabajo está escrito de manera un tanto desordenada, sin seguir un orden lógico.	El trabajo está estructurado y organizado con cierta lógica y coherencia.	El trabajo está estructurado y organizado con bastante lógica y coherencia.	El trabajo está estructurado y organizado de manera lógica y coherente.
Síntesis y reflexión	No realizan una síntesis ni una reflexión de las principales ideas.	No realizan una síntesis ni una reflexión adecuadas de las principales	Realizan una síntesis y una reflexión superficial de las principales	Realizan una síntesis y una reflexión relativamente	Realizan una síntesis y una reflexión profunda de las principales ideas.

		ideas.	ideas.	profunda de las principales ideas.	
Creatividad de la propuesta	La propuesta no aporta nada nuevo, todas las ideas son de otros autores.	La propuesta no aporta casi nada nuevo, casi todas las ideas son de otros autores.	La propuesta aporta algunas novedades al tema.	Casi todas las ideas de la propuesta resultan novedosas.	Todas las ideas de la propuesta resultan novedosas.
Expresión escrita y ortografía	El trabajo está muy mal redactado y presenta numerosas faltas de ortografía.	El trabajo está mal redactado y presenta faltas de ortografía.	El trabajo está relativamente bien redactado y presenta pocas faltas de ortografía.	El trabajo está bien redactado y presenta pocas o muy pocas faltas de ortografía.	El trabajo está muy bien redactado y presenta muy pocas o ninguna falta de ortografía.
Uso del vocabulario científico	No hacen apenas uso del vocabulario científico.	Realizan un pobre o un mal uso del vocabulario científico.	Utilizan de manera relativamente correcta y variada el vocabulario científico.	Utilizan de manera apropiada y variada el vocabulario científico.	Utilizan de manera excelente y abundante el vocabulario científico.

PLANTILLA DE EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN ORAL

	NOTAS				
CATEGORÍA	Suspense (0-3,9)	Suspense (4-4,9)	Aprobado (5-6,9)	Notable (7-8,9)	Sobresaliente (9-10)
Introducción	No existe.	Confusa, no introduce bien el tema del trabajo.	Introduce el tema de manera somera o relativamente adecuada.	Introduce el tema de manera clara y adecuada.	Introduce el tema de manera clara, adecuada y exhaustiva.
Selección de la información y los contenidos	Información y contenidos irrelevantes.	Información y contenidos poco relevantes.	Información y contenidos relativamente relevantes.	Información y contenidos bastante relevantes.	Información y contenidos relevantes.
Estructura y organización de los contenidos	Presentación desordenada, sin organizar en distintas secciones.	La presentación no está demasiado ordenada y no sigue un orden lógico.	La presentación está estructurada y organizada con cierta lógica y coherencia.	La presentación está estructurada y organizada con bastante lógica y coherencia.	La presentación está estructurada y organizada de forma lógica y coherente.
Estructura y claridad de las diapositivas	Composición muy pobre de las diapositivas.	Diapositivas poco claras y atractivas, o poco inteligibles.	Diapositivas correctas.	Diapositivas claras y atractivas.	Diapositivas muy atractivas, ordenadas y fáciles de seguir y entender.
Conclusiones	No presentan conclusiones.	Conclusión somera del tema.	Conclusión adecuada, pero que no integra la información de las fuentes y que no deja claro el objetivo alcanzado con el trabajo.	Conclusión adecuada que integra la información de algunas fuentes y que no deja claro el objetivo alcanzado con el trabajo.	Conclusión integrada de su propia reflexión más lo hallado en las fuentes. Deja claro el objetivo alcanzado con el trabajo.
Interacción con el público	No responden a las preguntas del público.	Responden de manera incorrecta a las preguntas del público.	Responden a las preguntas pero demostrando un conocimiento superficial del tema.	Responden a las preguntas demostrando un conocimiento relativamente profundo del tema.	Responden a las preguntas demostrando un conocimiento profundo del tema.
Expresión oral	Vocabulario muy limitado y pronunciación difícil de entender. Se expresan sin entusiasmo.	Ritmo demasiado lento o rápido, con tono de voz muy bajo o muy alto. No mantienen contacto visual con el público. Utilizan demasiadas muletillas.	Ritmo algo lento o rápido, con tono de voz bajo o alto. El contacto visual con el público no es frecuente. Utilizan algunas muletillas.	El ritmo y el tono de voz resultan bastante apropiados. El contacto visual con el público es bastante frecuente. Apenas utilizan muletillas.	El ritmo y el tono de voz resultan apropiados, con buena modulación. El contacto visual con el público es constante. No utilizan muletillas.

Duración de la presentación	Ha durado la mitad o el doble del tiempo convenido.	Ha durado un cuarto más o menos del tiempo convenido.	Ha durado algo más o menos del tiempo estipulado, pero el ritmo no ha sido constante.	Ha durado prácticamente el tiempo estipulado, pero el ritmo no ha sido constante.	Ha durado el tiempo estipulado, manteniendo un ritmo constante.
------------------------------------	---	---	---	---	---

PLANTILLA DE EVALUACIÓN DEL DEBATE

	NOTAS				
CATEGORÍA	Suspenso (0-3,9)	Suspenso (4-4,9)	Aprobado (5-6,9)	Notable (7-8,9)	Sobresaliente (9-10)
Firmeza de las propias ideas	Cambiaban de idea continuamente, según los argumentos de los demás.	Postura poco firme, mantenida menos de la mitad del tiempo del debate.	Mantuvieron su postura al menos la mitad del tiempo del debate.	Mantuvieron su postura al menos durante tres cuartas partes del tiempo del debate.	Mantuvieron su postura durante todo el tiempo del debate.
Capacidad de escuchar	No escucharon a sus compañeros ni analizaron sus argumentos.	Escucharon algunas veces a sus compañeros, pero no analizaron sus argumentos.	Escucharon a sus compañeros, pero casi no analizaron sus argumentos.	Escucharon a sus compañeros, y analizaron la mayoría de sus argumentos.	Escucharon atentamente a sus compañeros, y analizaron sus argumentos.
Respeto del uso de la palabra	No respetaron en ningún momento el uso de la palabra.	No respetaron el turno de palabra durante más de la mitad del tiempo del debate.	Respetaron el turno de palabra al menos durante la mitad del debate.	Esperaron siempre su turno durante el debate, pero no lo solicitaron con respeto.	Esperaron siempre su turno durante el debate y lo solicitaron con respeto.
Vocabulario	Pobre y chabacano.	Chabacano en ocasiones.	Correcto en todo momento.	Correcto y variado, usando terminología científica.	Extremadamente correcto y rico, usando con frecuencia el vocabulario científico.
Fluidez de las ideas	Sin fluidez ni coherencia.	Fuidez y coherencia a ráfagas.	Fluidez y coherencias aceptables.	Se mostró fluidez y coherencia durante gran parte del tiempo.	Se mostró fluidez y coherencia en todo momento.
Dominio del tema	No mostraron ningún conocimiento del tema.	El conocimiento del tema fue mínimo.	El conocimiento fue regular.	Dominio considerable del tema.	Dominio excelente del tema.
Citas	No citaron ninguna fuente durante el debate.	Citaron escasas fuentes y de escasa importancia.	Citaron varias fuentes de relativa importancia.	Citaron varias fuentes de importancia contrastada.	Citaron numerosas fuentes de importancia contrastada.
Conclusiones	No concluyeron nada.	Las conclusiones fueron pobres.	Concluyeron adecuadamente, pero a un nivel menor que el de los argumentos empleados.	Concluyeron adecuadamente, y a un nivel similar al de los argumentos empleados.	Sus conclusiones superaron el nivel de los argumentos empleados.